



TUGAS AKHIR - MO 091336

ANALISA KEMAMPUAN HUTAN MANGROVE DALAM MEREDAM GELOMBANG DI PANTAI KENJERAN SURABAYA

PUTRI FEBRI HARDIANTI

NRP. 4309 100 045

Dosen Pembimbing:

Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng., Ph.D.

Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



FINAL PROJECT - MO 091336

ANALYSIS THE ABILITY OF MANGROVE FOREST TO REDUCE WAVE AT KENJERAN COAST SURABAYA

PUTRI FEBRI HARDIANTI

NRP. 4309 100 045

Lectures :

Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng, Ph.D.

Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2014

**ANALISA KEMAMPUAN HUTAN MANGROVE DALAM
MEREDAM GELOMBANG DI PANTAI KENJERAN**

SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh :

PUTRI FEBRI HARDIANTI

NRP. 4309 100 045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng, Ph.D

(Pembimbing 1)

2. Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D

(Pembimbing 2)



SURABAYA, FEBRUARI 2014

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA KEMAMPUAN HUTAN MANGROVE DALAM MEREDAM GELOMBANG DI PANTAI KENJERAN SURABAYA

Nama Mahasiswa : Putri Febri Hardianti
NRP : 4309 100 045
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng, Ph.D
Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D

Abstrak

Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh jenis *Rhizophora sp.*, khususnya di Pantai Kenjeran Surabaya. Penelitian ini dilakukan untuk menelusuri keefektifan hutan mangrove dalam meredam gelombang dengan menggunakan 3 (tiga) metode penelitian yang sudah pernah ada berdasarkan karakteristik gelombang (periode dan tinggi gelombang). Survei hutan mangrove di Pantai Timur Surabaya dilakukan untuk mengambil sampling diameter batang dan akar pohon mangrove. Sampling tersebut bertujuan untuk menentukan nilai porositas (N_p) dan koefisien transmisi gelombang (K_t).

Data dari BMKG Perak, Surabaya, menunjukkan arah angin dominan dari arah Timur. Hutan Mangrove 1 memiliki tebal 51,04 m, sedangkan Hutan Mangrove 2 memiliki tebal 88,62 m. Nilai porositas Hutan Mangrove 1 adalah 0,71, dan nilai porositas Hutan Mangrove 2 adalah 0,62. Nilai *wave reduction* (%) untuk Hutan Mangrove 1 yaitu 59,72% - 77,84%; sedangkan pada Hutan Mangrove 2 yaitu 70,31% – 85,01%. Tinggi gelombang laut dangkal (H_i) yang semakin besar, menghasilkan nilai *wave reduction* (%) semakin kecil. Metode yang efektif dari ketiga implementasi (Kristiyanto, 2013; Eldina et. al., 2013; Thaha, 2001) yang menghasilkan nilai *wave reduction* (%) terbesar dalam penelitian ini adalah metode Thaha, 2001. Dengan hubungan koefisien energi gelombang transmisi (KE_t) dengan nilai porositas dan B/gT_0^2 yang diusulkan Thaha (2001) adalah :

$$KE_t = 0,8555e^{-2,9371(N_p B/gT_0^2)}$$

Kata kunci : *Hutan Mangrove, Gelombang, Porositas, Koefisien Transmisi, Wave Reduction.*

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS THE ABILITY OF MANGROVE FOREST TO REDUCE WAVE AT KENJERAN COAST SURABAYA

Name : Putri Febri Hardianti
NRP : 4309 100 045
Department : Ocean Engineering
Lectures : Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng, Ph.D
Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D

Abstract

Mangrove forests are tropical coastal vegetation communities, which are dominated by species of *Rhizophora sp.*, especially in Kenjeran Coast Surabaya. This study was conducted to explore the effectiveness of mangrove forests in reducing wave by using three methods of research that has ever existed. Using the characteristic wave period and wave height. A survey on mangrove forests in the East Coast Surabaya is conducted to take a sampling diameter stems and roots of mangrove trees . The sampling aimed to determine the value of the porosity (N_p) and wave transmission coefficient (K_t) .

Based on the data from BMKG Perak, Surabaya, the wind is blowing from East. The thickness Mangrove Forest 1 has a 51.04 m, while the thickness Mangrove Forest 2 has a 88.62 m. Mangrove Forests 1 has porosity value of 0.71, and porosity value of Mangrove Forest 2 of 0.62. The wave reduction (%) for Mangrove Forest 1 is 59.72% - 77.84%, while the Mangrove Forest 2 is 70.31% - 85.01%. The wave reduction Thaha (2001) prediction for wave reduction in mangrove forest give the best value comparing to other method. The relationship of wave energy transmission coefficient (KE_t) influenced by porosity values and B/gT_0^2 purposed by Thaha (2001) is :

$$KE_t = 0,8555e^{-2,9371(N_p B / gT_0^2)}$$

Keywords: *Mangrove Forests, Waves, Porosity, transmission coefficient, Wave Reduction.*

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada kami, serta shalawat dan salam tetap tercurahkan kepada junjungan kami Nabi Muhammad SAW, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

ANALISA KEMAMPUAN HUTAN MANGROVE DALAM MEREDAM GELOMBANG DI PANTAI KENJERAN SURABAYA

Tugas Akhir ini merupakan kewajiban setiap mahasiswa dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada program Sarjana Jurusan Teknik Kelautan – FTK ITS Surabaya.

Penulis menyadari dalam melakukan penulisan ini masih banyak kekurangan yang perlu diteliti lebih lanjut, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk membuat penulisan ini lebih sempurna.

Semoga apa yang telah penulis tuangkan dalam tugas akhir ini sedikit dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Februari 2014

Penulis

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan petunjuk sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar. Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sangat dalam kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing selama pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta, kakak dan keluargaku tersayang yang selalu memberikan limpahan kasih sayang, semangat, motivasi dan nilai-nilai kehidupan
2. Bapak Dr. Suntoyo, ST., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan – FTK ITS Surabaya yang telah memberikan kemudahan dalam perkuliahan.
3. Bapak Dr.Yoyok Setyo Hadiwidodo, ST., MT., selaku dosen wali penulis yang memberikan bimbingan selama perkuliahan.
4. Bapak Haryo Dwito Armono, ST., M.Eng, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam hal pengelasan serta meluangkan waktunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan dan arahan dalam hal ilmu-ilmu statistika serta meluangkan waktunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen, staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan khususnya dan Fakultas Teknologi Kelautan pada umumnya atas segala ilmu yang telah diberikan.
7. Teman-teman LEVIATHAN dan juga seluruh teman-teman Teknik Kelautan yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
8. Dan kepada semua pihak yang telah membantu dan tidak mungkin untuk disebutkan satu-persatu.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan.....	i
Abstrak.....	iii
Abstract.....	v
Kata Pengantar	vii
Ucapan Terima Kasih	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Metode Kristiyanto (2013).....	9
2.1.2 Metode Eldina, et al. (2013)	10
2.1.3 Metode Thaha (2001).....	12
2.2 Dasar Teori.....	14
2.2.1 Gelombang	16
2.2.2 Gelombang dengan Periode Ulang	17
2.2.3 Cepat Rambat dan Panjang Gelombang	18
2.2.4 Refraksi Gelombang	19
2.2.5 <i>Fetch</i>	21
2.2.6 Hutan Mangrove	22
2.2.7 Porositas (N_p)	23

2.2.8	Metode Analitik	24
BAB III METODOLOGI		27
3.1	Metode Penelitian	27
3.2	Prosedur Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Pengolahan Data Angin	31
4.1.1	<i>Frequency</i>	32
4.1.2	<i>Fetch</i>	31
4.1.3	Periode Ulang Angin.....	35
4.1.4	Tinggi dan Periode Gelombang Laut	37
4.2	Penerapan Metode pada Hutan Mangrove	41
4.2.1	Nilai Porositas (N_p)	43
4.2.2	Metode Kristiyanto (2013).....	44
4.2.3	Metode Eldina, et al. (2013)	45
4.2.4	Metode Thaha (2001).....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perhitungan Kerapatan Hutan Mangrove, Eldina, et al. (2013).....	11
Tabel 2. Pengaruh Kerapatan pada Wave Reduction: danse case, Eldina, et al. (2013)	11
Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kejadian Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012.....	32
Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kejadian Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012 (%).....	32
Tabel 5. Hasil F_{eff}	35
Tabel 6. Periode Ulang Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012 dengan Arah Dominan Timur (90^0).....	36
Tabel 7. Hasil H_t dan T_0 sesuai dengan Periode Ulang.....	39
Tabel 8. Hasil H_i dengan Kala Ulang n Tahun.....	40
Tabel 9. Tebal Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mnagrove 2	42
Tabel 10. Data Lapangan Diameter Batang (D_u) pada Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2	43
Tabel 11. Data Lapangan Diameter Akar (D_l) pada Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2.....	43
Tabel 12. Hasil Porositas (N_p) pada Hutan Mangrove Spesies <i>Rhizophora sp.</i>	44
Tabel 13. Tinggi Gelombang Laut Dangkal (H_i) dan Nilai Porositas (N_p), Kristiyanto (2013)	44
Tabel 14. Hasil Koefisien Transmisi (K_t) Menggunakan Metode Kristiyanto (2013) pada Hutan Mangrove 1	44
Tabel 15. Hasil Koefisien Transmisi (K_t) Menggunakan Metode Kristiyanto (2013) pada Hutan Mangrove 2.....	45
Tabel 16. Nilai Koefisien Transmisi (K_t) dan <i>Wave Reduction</i> (%)	45
Tabel 17. Hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 , untuk $KE_t = f(N_p, B/gT_0^2)$ dengan $0,0020 \leq N_p B/gT_0^2 \leq 0,7872$ pada Hutan Mangrove 1	46
Tabel 18. Hubungan KE_t dengan H_i/B , untuk $KE_t = f(N_p, H_i/B)$ dengan $0,0012 \leq N_p H_i/B \leq 0,1409$ pada Hutan Mangrove 1	46

Tabel 19. Hubungan KE_t dengan B/L , untuk $KE_t = f(N_p, B/L)$ dengan $0,0792 \leq N_p$ $B/L \leq 11,1039$ pada Hutan Mangrove 1	47
Tabel 20. Hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 , untuk $KE_t = f(N_p, B/gT_0^2)$ dengan $0,0020$ $\leq N_p$ $B/gT_0^2 \leq 0,7872$ pada Hutan Mangrove 2	47
Tabel 21. Hubungan KE_t dengan H_i/B , untuk $KE_t = f(N_p, H_i/B)$ dengan $0,0012 \leq$ N_p $H_i/B \leq 0,1409$ pada Hutan Mangrove 2	48
Tabel 22. Hubungan KE_t dengan B/L , untuk $KE_t = f(N_p, B/L)$ dengan $0,0792 \leq N_p$ $B/L \leq 11,1039$ pada Hutan Mangrove 2	48
Tabel 23. Perbandingan Hasil Metode Thata (2001) dengan Penelitian ini	49
Tabel 24. Hasil Analisa Ketiga Metode Penelitian jika digunakan dengan Data Penelitian Hutan Mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya	50
Tabel 25. Data Kecepatan Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya dari BMKG Perak, Surabaya Tahun 2006-2012.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anakan Hutan Mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya.....	2
Gambar 2. Hutan Mangrove sebagai Tempat Perkembangbiakan Unggas.....	6
Gambar 3. Jenis – jenis Pohon Mangrove di Pantai Timur Surabaya : (a) Api – api (<i>Avicennia Alba</i>); (b) Bakau (<i>Rhizophora</i>); (c) Tancang (<i>Bruguiera Cylindrica</i>); (d) Nipah (<i>Nypa Fructicans</i>).....	8
Gambar 4. Kawasan Pantai (Triadmodjo, 1999).....	14
Gambar 5. Bagian-bagian Pantai (Triadmojo,1999)	15
Gambar 6. Sket gelombang (Triatmodjo, 1999)	16
Gambar 7. Sistem Koordinat (Massel, 1999).....	24
Gambar 8. Diagram flowchart.....	28
Gambar 9. Alat yang dipergunakan dalam penelitian: (a) kapal nelayan; (b) tabel penelitian; (c) bambu sisik sebanyak 8 buah, panjang 2 m; (d) jangka sorong dan tali rafia	29
Gambar 10. Hasil dari WindRose menunjukkan Arah Angin Dominan ke Arah Timur	33
Gambar 11. <i>Wind Class Frequency Distribution</i>	33
Gambar 12. Hasil Pola Garis pada Peta Pantai Kenjeran Surabaya	34
Gambar 13. Grafik Garis Regresi dengan Nilai $k = 2,0$	36
Gambar 14. Hubungan antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat (Triatmodjo, 1999).....	38
Gambar 15. Hasil Pembagian <i>Section</i> pada Masing-masing Hutan Mangrove ...	42
Gambar 16. Lokasi Penelitian	77
Gambar 17. Kondisi Pantai Kenjeran Surabaya saat Air Laut Surut	78
Gambar 18. Penelitian Dilakukan Mulai dari Pukul 04.45 WIB di Pantai Kenjeran Surabaya	78
Gambar 19. Menuju Hutan Mangrove Menggunakan Perahu Nelayan	78
Gambar 20. Pemasangan Pagar Bambu dengan Pengambilan Tebal Hutan Mangrove 2 m.....	79
Gambar 21. Pengukuran Batang dan Akar Pohon Mangrove Menggunakan Jangka Sorong.....	79

Gambar 22. Sampling dari Akar Pohon Mangrove <i>Rhizophora sp.</i>	79
Gambar 23. Kondisi saat Melakukan <i>Study Lapangan</i>	80
Gambar 24. Kondisi Lokasi Hutan Mangrove1 di Pantai Kenjeran Surabaya	80
Gambar 25. Kondisi Lokasi Hutan Mangrove2 di Pantai Kenjeran Surabaya	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kota Surabaya, memiliki kawasan hutan mangrove yang terletak di wilayah Pantai Timur Surabaya. Kawasan Pantai Timur Surabaya memiliki luasan hutan mangrove mencapai 3.129 ha dengan 80% merupakan rawa payau yang menjadikan kawasan tersebut termasuk tipe ekosistem yang mendukung tumbuhnya mangrove (Arisandi, 1998). Pantai Timur Surabaya merupakan daerah yang subur untuk tumbuhnya hutan mangrove sebagai berkembangbiaknya berbagai biota karena terdapat suplai nutrisi yang terus menerus dari gelombang.

Topografi Pantai Timur Surabaya memiliki kemiringan 0-3°, rata-rata ketinggian pasang surut 1,67 m. Kondisi tanah berlumpur dengan kedalaman tanah yang dapat ditembus akar sampai 90 cm. Kondisi tersebut sangat sesuai bagi tumbuhan mangrove, sehingga tumbuhan mangrove di Pantai Timur Surabaya dapat tumbuh dengan baik (Arisandi, 2004).

Dalam penelitian ini menggunakan salah satu Pantai Timur Surabaya yang memiliki hutan mangrove yaitu Pantai Kenjeran Surabaya. Di Pantai Kenjeran Surabaya terdapat banyak anakan hutan mangrove yang tumbuh subur di bibir pantai, dimana terdapat tempat ibadah dan tempat pariwisata yang memerlukan peranan dari hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya. Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang dengan baik pada daerah pasang surut. Salah satu jenis pohon yang sering dijumpai di Pantai Kenjeran Surabaya yaitu jenis bakau (*Rhizophora sp.*). *Rhizophora sp.* merupakan spesies pohon bakau tropis dan memiliki panggun akar yang mengangkat tanaman di atas air.

Hutan mangrove memiliki peran fisik bagi pantai, sebagai pelindung pantai dari hempasan gelombang besar pada saat badai dan periode angin kencang. Ekosistem pesisir seperti hutan bakau tersebut sering digunakan sebagai alat dalam pertahanan pesisir. Karakteristik pohon bakau dapat mengurangi tinggi gelombang dengan satuan jarak, terutama pada keadaan fisik dari pohon bakau

tersebut (www.nature.or.id). Dengan pohon bakau yang memiliki akar kuat dan pohon yang kokoh sangat berperan besar untuk meredam gelombang.

Dari permasalahan tersebut, dapat dilakukan perhitungan dengan berbagai metode para peneliti sebelumnya. Untuk menelusuri keefektifan hutan mangrove dalam meredam gelombang. Simulasi dilakukan dengan melakukan variasi terhadap karakteristik fisik dari mangrove seperti diameter batang dan akar pohon mangrove serta kerapatan (porositas). Dari simulasi tersebut dapat diperoleh nilai kemampuan hutan mangrove dalam meredam gelombang di Pantai Kenjeran Surabaya. Sebab, di Pantai Kenjeran terdapat banyak hutan mangrove anakan yang belum diketahui kemampuan dalam meredam gelombang. Di balik hutan mangrove tersebut terdapat tempat ibadah dan pariwisata yang membutuhkan hutan mangrove dengan segala fungsinya.



Gambar 1. Anakan Hutan Mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan-permasalahan yang akan dihadapi dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana kondisi hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya?
2. Bagaimana kemampuan hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya dalam meredam gelombang?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah diatas, dapat diambil tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui kondisi hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya.
2. Mengetahui kemampuan hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya dalam meredam gelombang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Tugas Akhir ini adalah mengetahui kemampuan hutan mangrove dalam meredam gelombang. Selain itu dapat mengetahui keefektifan hutan mangrove dalam meredam gelombang di Pantai Kenjeran Surabaya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data-data yang digunakan adalah data angin Tanjung Perak dan sekitarnya dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Perak, Surabaya. Data selama 7 tahun yaitu tahun 2006 - 2012. Dengan membagi lokasi menjadi Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2.
2. Sampling diambil secara random berupa diameter batang dan diameter akar pohon mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya. Dan tidak mempertimbangkan umur pohon mangrove.
3. Pada analisa dengan menggunakan program software MS. Office Excel, AutoCAD2007, dan Wplot.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Gelombang merupakan getaran yang merambat. Gelombang yang merambat dari dasar laut menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena faktor kedalaman laut. Pasang surut juga menjadi faktor penting karena dapat menimbulkan arus yang kuat terutama di daerah yang sempit seperti di Pantai Kenjeran, Surabaya. Pada umumnya bentuk gelombang di alam sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena tidak linier dan mempunyai bentuk yang random (Triatmodjo, 1999).

Fenomena datangnya gelombang laut yang menuju garis pantai dan melalui hutan mangrove, juga perlu pemecahan secara fisik maupun matematik. Fenomena tersebut berdampak pada habitat kehidupan pantai yang dinamis dari aspek ekologi, ekonomi dan sosial. Gelombang berasal dari tiupan angin di permukaan laut yang dapat menimbulkan energi dan membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Gelombang dapat menimbulkan kerusakan struktur pantai ketika terjadi badai, kerusakan tersebut diakibatkan oleh arus sejajar yang menggerakkan arus di sepanjang pantai. Pelindung pantai biasanya dibangun pemecah gelombang (*breakwater*) dan dinding laut (*sea wall*). Akan tetapi bangunan-bangunan tersebut menghabiskan dana yang sangat besar dan disisi lain dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti terputuskan ekosistem laut-darat yang hidup di daerah pantai, khususnya bagi hewan dan tumbuhan.



Gambar 2. Hutan Mangrove sebagai Tempat Perkembangbiakan Unggas.

Sekarang ini, pemerintah dan masyarakat beramai-ramai menggalakkan program hutan mangrove di beberapa tempat di Pantai Timur Surabaya, terutama yang menjadi kawasan konversi. Karena mangrove terbukti memainkan peran penting dalam melindungi pesisir dari gempuran badai dan tsunami (Mazda, et al., 1995; Massel, et al., 1999). Dan hutan mangrove juga terbukti sebagai pelindung pantai yang ekonomis dan efektif dalam jangka waktu lama serta sangat bersahabat dengan lingkungan.

Hutan mangrove menjadi tempat perkembangbiakan biota laut, sebagai filter penetrasi air laut, dan tempat perkembangbiakan unggas. Oleh karena itu hutan mangrove bisa disebut sebagai hutan pelindung. Hutan mangrove mempunyai akar-akar kuat yang menjadi penyangga yang sangat efektif dalam melawan terjangan gelombang.

Evaluasi secara kuantitatif mengenai kemampuan mangrove dalam meredam terjangan gelombang besar masih sedang diteliti serta belum terformulasikan dengan baik (Harada, et al., 2000). Dari pertimbangan para peneliti yang sudah ada, masih belum ada acuan untuk efektifitas hutan mangrove khususnya di Pantai Kenjeran Surabaya dengan hutan mangrove jenis pohon bakau (*Rhizophora sp.*).

Di Pantai Timur Surabaya terdapat beberapa jenis pohon mangrove yang bervariasi, antara lain :

a. Api – api (*Avicennia Alba*)

Merupakan jenis pionir pada habitat rawa mangrove di lokasi pantai yang terlindung, juga di bagian yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut, serta di sepanjang garis

pantai. Jenis ini umumnya menyukai bagian muka teluk. Akarnya dapat mengikat sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan.

b. Bakau (*Rhizophora*)

Tumbuh pada tanah berlumpur, halus, dalam dan tergenang pada saat pasang normal. Tidak menyukai substrat yang lebih keras yang bercampur dengan pasir. Tingkat dominasi dapat mencapai 90% dari vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi. Menyukai perairan pasang surut yang memiliki pengaruh masukan air tawar yang kuat secara permanen. Percabangan akarnya dapat tumbuh secara abnormal karena gangguan kumbang yang menyerang ujung akar. Kepiting dapat juga menghambat pertumbuhan mereka karena mengganggu kulit akar anakan.

c. Tancang (*Bruguiera Cylindrica*)

Tumbuh mengelompok dalam jumlah besar, biasanya pada tanah liat di belakang zona *Avicennia*, atau di bagian tengah vegetasi mangrove kearah laut. Jenis ini juga memiliki kemampuan untuk tumbuh pada tanah/substrat yang baru terbentuk dan tidak cocok untuk jenis lainnya. Kemampuan tumbuhnya pada tanah liat membuat pohon jenis ini sangat bergantung kepada akar nafas untuk memperoleh pasokan oksigen yang cukup, dan oleh karena itu sangat responsif terhadap penggenangan yang berkepanjangan. Pertumbuhannya lambat.

d. Nipah (*Nypa Fruticans*)

Tumbuh pada substrat yang halus, pada bagian tepi atas dari jalan air. Memerlukan masukan air tawar tahunan yang tinggi. Jarang terdapat di luar zona pantai. Biasanya tumbuh pada tegakan yang berkelompok. Memiliki sistem perakaran yang rapat dan kuat yang tersesuaikan lebih baik terhadap perubahan masukan air, dibandingkan dengan sebagian besar jenis tumbuhan mangrove lainnya.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. Jenis – jenis Pohon Mangrove di Pantai Timur Surabaya : (a) Api – api (*Avicennia Alba*); (b) Bakau (*Rhizophora*); (c) Tancang (*Bruguiera Cylindrica*); (d) Nipah (*Nypa Fruticans*)

Jenis pohon yang sering dijumpai di Pantai Kenjeran Surabaya adalah *Rhizophora sp.* yang dapat bertumbuh baik di perairan pasang surut. Dan cocok dengan kondisi Pantai Kenjeran Surabaya yang memiliki tanah berlumpur, halus, dan tergenang pada saat pasang normal.

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode perkiraan reduksi gelombang di sekitar mangrove terdahulu, antara lain :

2.1.1 Metode Kristiyanto (2013)

Proses abrasi yang terjadi di wilayah pantai dapat dicegah dengan meredam gelombang laut menggunakan vegetasi mangrove. Tingkat kemampuan vegetasi mangrove dalam meredam gelombang dapat ditentukan dengan mengetahui karakteristik gelombang laut yang menuju garis pantai. Salah satu manfaat hutan mangrove rumpun *Rhizophora sp.* di wilayah pantai adalah untuk meredam gelombang laut yang datang menuju garis pantai sehingga proses abrasi dapat dicegah. Penelitian Kristiyanto (2013) dilakukan untuk mengetahui karakteristik gelombang laut seperti waktu periode gelombang (T_0), tinggi gelombang datang (H_i), dan gelombang transmisi (H_t) yang melewati rumpun *Rhizophora sp.* pada porositas (N_p) tertentu, guna menentukan nilai koefisien transmisi (K_t).

Dalam memprediksi redaman gelombang laut yang melalui rumpun *Rhizophora sp.* diawali dengan menentukan volume kanal yang ditinjau, pengukuran diameter, panjang akar dan batang pohon yang terendam air laut, kemudian pengukuran tinggi dan periode gelombang datang serta gelombang yang ditransmisikan dengan alat ukur *SBE (Sea Bird Electronic)*. Hasil penelitian Kristiyanto (2013) menunjukkan bahwa nilai koefisien transmisi berbanding terbalik dengan nilai kecuraman gelombang $\left(\frac{H_i}{gT_0^2}\right)$ dan porositas (N_p). Kedua variabel prediktor tersebut memberikan kontribusi perhitungan rumpun *Rhizophora sp.* dalam meredam gelombang laut.

Hubungan antar variabel peubah yang berpengaruh terhadap proses terbentuknya gelombang transmisi dapat diketahui dengan menggunakan metode analisa statistik dengan menggunakan pemodelan regresi. Data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran meliputi tinggi gelombang datang (H_i), periode gelombang (T_0), tinggi gelombang transmisi (H_t), dan nilai porositas (N_p) pada tiap-tiap kanal pada rumpun *Rhizophora sp.* dihitung dan dianalisa dengan metode SPSS yang diperoleh persamaan koefisien transmisi (K_t), sebagai berikut :

$$K_t = 1 - \left\{ e^{0,835 \left(\frac{H_i}{gT_0^2} \right)^{0,771} N_p^{-55,990}} \right\} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.1.2 Metode Eldina, et al. (2013)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Eldina, et al. (2013) ini bertujuan untuk menganalisis parameter vegetasi mangrove dan gelombang yang mempengaruhi kemampuan hutan mangrove dalam meredam gelombang. Pada tahun 2004, pohon bakau menunjukkan peranannya dalam kejadian tsunami Samudra Hindia. Penelitian Eldina, et al. (2013) berfokus pada kinerja pohon mangrove *Rhizophora sp.* pada usia 10 tahun. Penelitian Eldina, et al. (2013) terdiri dari kunjungan lapangan, pengukuran lapangan serta percobaan laboratorium. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengamati perilaku gelombang terhadap hutan mangrove dan mengukur dimensi pohon mangrove khususnya *Rhizophora sp.* Dimensi kemudian diperkecil sampai 1:10 dan dimodelkan dalam flume gelombang di laboratorium.

Dalam metode ini, penelitian meliputi kerapatan hutan mangrove, penataan pohon, usia, tinggi gelombang datang, kedalaman air, dan menggunakan model bakau buatan. Pada kedalaman air dangkal, semakin tinggi ketinggian gelombang, semakin banyak pengurangan gelombang yang terjadi. Hasil penelitian Eldina, et al. (2013) membandingkan dengan observasi lapangan di Pantai Teluk Tiga, Perak. Ketinggian gelombang di depan dan di dalam hutan mangrove dengan parameter banyaknya pohon, kerapatan hutan mangrove, kedalaman air laut dan tinggi gelombang yang terjadi. Parameter-parameter tersebut diukur dan diplot. Laju *wave reduction* (r) dihitung dengan persamaan :

$$H_x = H_i e^{(-r.x)} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana, x adalah tebal hutan mangrove; H_x merupakan tinggi gelombang pada tebal hutan mangrove x , sedangkan H_i adalah tinggi gelombang yang terjadi.

Perubahan laju *wave reuction* (r) dianggap sangat kecil diseluruh bidang hutan mangrove. Oleh karena itu, dapat digunakan untuk lebih memperkirakan total reduksi gelombang dengan masing-masing tebal hutan mangrove yang ditentukan dan sesuai 4 jenis hutan mangrove, sebagai berikut :

Tabel 1. Perhitungan Kerapatan Hutan Mangrove, Eldina, et al. (2013)

Parameter	<i>Super Danse</i>	<i>Danse</i>	<i>Medium</i>	<i>Sparse</i>
Jarak antar pohon	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m
Luas hutan	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m
Tebal hutan	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m
Jumlah pohon/models	60 pohon	90 pohon	60 pohon	60 pohon
Kerapatan	35,5 models/m ²	22,2 models/m ²	16 models/m ²	11 models/m ²
Kerapatan (lapangan)	0,335 models/m ²	0,222 models/m ²	0,16 models/m ²	0,11 models/m ²

Dari perhitungan kerapatan pada Tabel 1, maka dengan Persamaan 2.2 dapat menghitung *wave reduction* (*r*) untuk jenis hutan mangrove *dense case*.

Tabel 2. Pengaruh Kerapatan pada *Wave Reduction: danse case*, Eldina, et al. (2013)

Jarak dari Depan Hutan Mangrove (m)	Tinggi gelombang (cm)	<i>r</i>
0	6,270	-
0,5	6,151	0,038014
1,0	5,726	0,090612
1,5	5,354	0,134522
2,0	5,267	0,083581
2,5	4,988	0,108763
3,0	4,446	0,169429

Menggunakan formulasi dari metode Eldina, et al. (2013) untuk penelitian ini dengan mengambil sampling dengan tebal hutan mangrove (*x*) adalah 2 m, maka dari perhitungan Tabel 2 didapatkan persamaan tinggi gelombang transmisi (*H_t*), sebagai berikut :

$$H_t = H_i \cdot e^{-0,083581x} \dots\dots\dots (2.3)$$

selanjutnya menghitung koefisien transmisi (*K_t*), dengan rumus :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.1.3 Metode Thaha (2001)

Eksplorasi yang berlebihan pada lahan konservasi untuk penggunaan tertentu tanpa perhitungan, akan menyebabkan hilangnya peranan penting dari lahan konservasi. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya erosi pantai. Penelitian oleh Thaha (2001) untuk mengisi kekrangan informasi tersebut, khususnya kemampuan rumpun bakau (*Rhizophora sp.*) meredam energi gelombang.

Pada penelitian Thaha (2001) menggunakan simulasi model fisik dan data dianalisis dengan regresi non-linier dengan fungsi eksponensial. Penelitian Thaha (2001) menunjukkan bahwa besarnya energi gelombang yang diredam dipengaruhi oleh besaran kerapatan relatif perakaran bakau, ketebalan rumpun dan panjang gelombang. Persamaan yang dihasilkan digunakan untuk merencanakan kerapatan tanam dan ketebalan rumpun untuk mencegah erosi akibat gelombang. Koefisien gerak perakaran bakau juga telah dirumuskan dalam fungsi kerapatan relatif perakaran bakau, untuk memudahkan penggunaannya pada persamaan-persamaan terkait.

Transmisi gelombang berdasarkan kombinasi parameter tak berdimensi untuk memberikan gambaran secara sistematis terhadap hasil penelitian, dikembangkan suatu fungsi yang menggabungkan parameter-parameter tak berdimensi. Dengan menganalisis serta mengkombinasi parameter yang paling signifikan menyebabkan peredaman energi gelombang. Dari analisa, diperoleh suatu persamaan hubungan antara koefisien energi gelombang transmisi (KE_t) dengan penetapan bilangan tak terdimensi masing-masing B/gT_0^2 , H_i/B dan B/L serta kerapatan relatif perakaran bakau (ξ). Dalam penelitian ini menggunakan variabel tinggi gelombang (H_i), periode (T_0), dan porositas (N_p). Oleh karena itu, persamaan regresi yang dihasilkan dari masing-masing hubungan parameter menjadi :

- Hubungan KE_t dengan B/gT_0^2

Untuk $KE_t = f(N_p, B/gT_0^2)$ dengan batas $0,0029 \leq N_p B/gT_0^2 \leq 0,7872$

$$KE_t = 0,8555e^{-2,9371(N_p B/gT_0^2)} \dots\dots\dots (2.5)$$

- Hubungan KE_t dengan H_i/B

Untuk $KE_t = f(Np, H_i/B)$ dengan batas $0,0012 \leq NpH_i/B \leq 0,1409$

$$KE_t = 0,8267e^{-11,627(NpH_i/B)} \dots\dots\dots (2.6)$$

- Hubungan KE_t dengan B/L

Untuk $KE_t = f(Np, B/L)$ dengan batas $0,0792 \leq NpB/L \leq 11,1039$

$$KE_t = 0,9277e^{-0,2527(NpB/L)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dari persamaan regresi dalam koefisien energi gelombang transmisi (KE_t), maka untuk mendapatkan nilai H_t menggunakan persamaan :

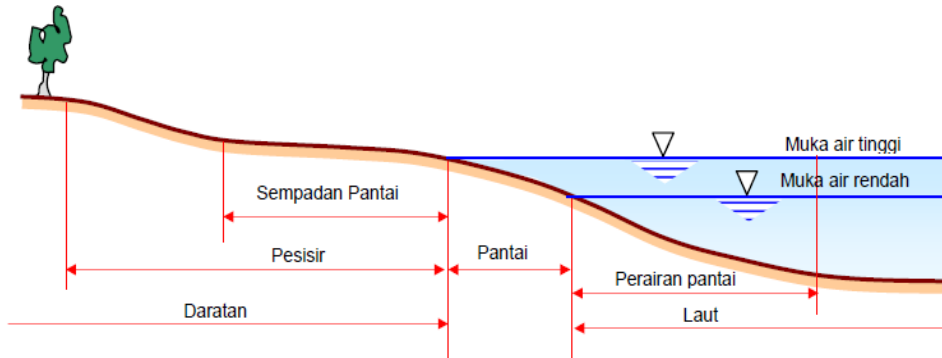
$$KE_t = \frac{H_t^2}{H_i^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Sedangkan bagian gelombang yang diteruskan melalui hutan mangrove, dinyatakan dengan koefisien transmisi (K_t) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots (2.9)$$

2.2 Dasar Teori

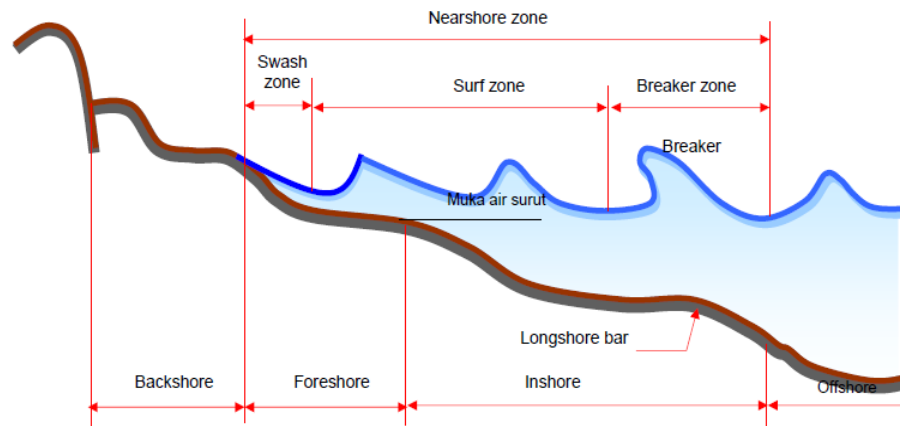
Menurut Triadmodjo (1999) menyatakan bahwa istilah kepantaian ada dua yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Adapun penjelasan kawasan pantai, sebagai berikut:



Gambar 4. Kawasan Pantai (Triadmodjo, 1999)

1. Pesisir adalah daerah tepi laut yang mendapatkan pengaruh laut, seperti pasang surut, angin dan perembesan air laut.
2. Pantai adalah daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah.
3. Daratan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan yang dimulai dari batas garis pasang tertinggi.
4. Lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut yang dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah.
5. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, bersifat tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut.
6. Sempadan pantai adalah kawasan yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan fungsi pantai. kriteria dari sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi ke arah daratan.

Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Berkurangnya kedalaman laut menyebabkan semakin berkurangnya panjang gelombang dan bertambahnya tinggi gelombang. Pada saat kemiringan gelombang yang memiliki perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang, akan mencapai batas maksimum dan gelombang akan pecah.



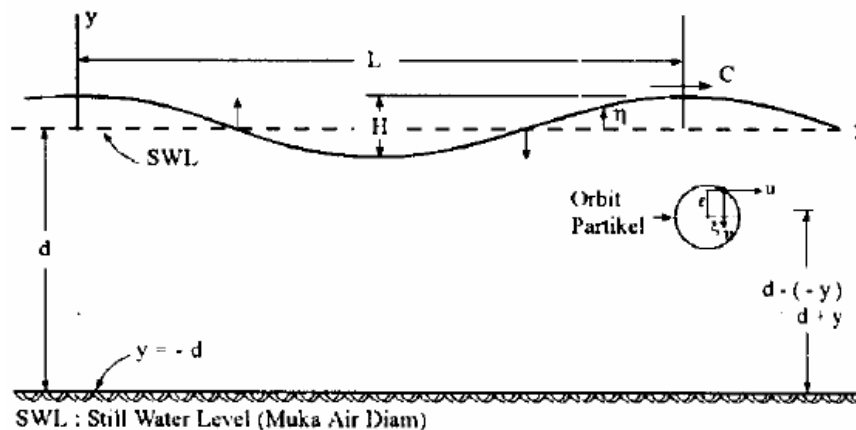
Gambar 5. Bagian-bagian Pantai (Triadmojo,1999).

1. Garis gelombang pecah merupakan batas perubahan perilaku gelombang dan transport sedimen pantai.
2. *Offshore* adalah daerah garis gelombang pecah ke arah laut.
3. *Breaker zone* adalah daerah gelombang pecah dimana gelombang yang datang dari laut (lepas pantai) mencapai ketidak-stabilan dan kemudian gelombang pecah.
4. *Surf zone* adalah daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah dan batas naik-turunnya gelombang di pantai.
5. *Swash zone* adalah daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.
6. *Inshore* adalah daerah yang membentang ke arah laut dari *foreshore* sampai tepat di luar *breaker zone*.
7. *Longshore bar* adalah gembuk pasir yang memanjang dan kira-kira sejajar dengan garis pantai, terbentuk karena proses gelombang pecah di daerah *inshore*.
8. *Foreshore* adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat muka air rendah sampai batas atas saat air pasang tinggi.
9. *Backshore* adalah daerah yang dibatasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadinya gelombang badai bersamaan dengan muka air tinggi.

2.2.1 Gelombang

Gelombang dapat dibedakan menjadi dua macam sesuai dengan gaya pembangkitnya yaitu angin dan pasang surut. Gelombang angin terjadi karena tiupan angin di permukaan laut, sedangkan gelombang pasang surut terjadi karena adanya gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi. Gelombang menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen, serta menyebabkan gaya-gaya pada bangunan pantai. Dalam membangun suatu bangunan perlindungan pantai sangat penting untuk memahami perilaku dan karakteristik dari gelombang yang ada di lokasi.

Pasang surut menjadi faktor penting dalam pembangunan struktur perlindungan pantai, karena bisa menimbulkan arus yang cukup kuat terutama di daerah yang sempit, salah satunya dimuara sungai. Gelombang besar yang datang ke pantai pada saat air pasang dapat menyebabkan kerusakan pada pantai sampai ke daratan. Gelombang juga dapat ditimbulkan oleh tsunami dengan tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh konfigurasi dasar laut. Perubahan kedalaman laut sangat mempengaruhi tinggi gelombang. Di alam bentuk gelombang sangat kompleks dan sukar digambarkan secara matematis karena non-linier, tiga dimensi, dan bentuknya acak. Terbukti dalam deret gelombang mempunyai tinggi dan periode yang berbeda.



Gambar 6. Sket gelombang (Triatmodjo, 1999).

Suatu gelombang yang berbeda pada sistem koordinat x dan y atau horisontal dan vertikal. Gelombang menjalar pada arah sumbu x , seperti pada Gambar 5.

Beberapa notasi yang digunakan adalah:

d : jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)

$\eta(x, t)$: fluktuasi muka air terhadap muka air diam

α : amplitudo gelombang

H : tinggi gelombang = 2α

L : panjang gelombang = jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan

T : periode gelombang = interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.

C : kecepatan rambat gelombang = L/T

k : angka gelombang = $2\pi/L$

σ : frekuensi gelombang = $2\pi/T$

Asumsi yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang, sebagai berikut:

- a. zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat masa adalah konstan.
- b. Tegangan permukaan dan gaya Coriolis akibat perputaran bumi diabaikan.
- c. Tekanan pada permukaan air konstan.
- d. Zat cair adalah ideal, maka berlaku aliran tak rotasi.
- e. Dasar laut horisontal, tetap dan impermeabel sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol.
- f. Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air.
- g. Gerak gelombang berbentuk silinder, tegak lurus terhadap arah penjararan gelombang, sehingga gelombang mempunyai dua dimensi.

2.2.2 Gelombang dengan Periode Ulang

Frekuensi gelombang besar mempengaruhi perencanaan bangunan pantai. Dalam menentukan gelombang dengan periode ulang tertentu dibutuhkan data gelombang dalam jangka waktu panjang (tahun). Data tersebut berupa data pengukuran gelombang atau pun data gelombang hasil prediksi berdasarkan data angin.

Keandalan dari prediksi gelombang sesuai dengan data yang tersedia dan jumlah tahun pencatatan. Dalam data presentatif untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan gelombang dilampaui satu kali dalam n tahun (T), dan gelombang tersebut disebut dengan gelombang periode ulang tahunan (T). Gelombang dengan periode ulang tahunan menggunakan kecepatan angin rata-rata (U) dengan distribusi Weibull dengan nilai $k= 2,0$. Untuk mendapatkan korelasi (R^2) menggunakan formulasi Kamphuis, 2010 :

U = kecepatan angin (m/s)

c_1 dan c_2 = konstanta untuk *unbiased plotting position*, dengan persamaan (Kamphuis, 2010) :

$$c_1 = 0,2 + \frac{0,72}{k} \quad \text{dan} \quad c_2 = 0,2 + \frac{0,23}{k} \dots\dots\dots (2.10)$$

Q = konstanta *bias* yang terdistribusi, dengan persamaan (Kamphuis, 2010) :

$$Q = \frac{i - c_1}{N + c_2} \dots\dots\dots (2.11)$$

N = jumlah data = 13 data

i = nomor data

W = tinggi gelombang (m), dengan persamaan (Kamphuis, 2010):

$$W = \ln \left(\frac{1}{Q} \right)^{\frac{1}{k}} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.2.3 Cepat Rambat dan Panjang Gelombang

Komponen vertikal kecepatan partikel pada permukaan air adalah $v = \partial\eta/\partial t$, sebagai berikut:

$$v = \frac{\partial\eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{1}{g} \frac{\partial\varphi}{\partial t} \right) = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana, $v = \partial\varphi/\partial y$ maka persamaan menjadi:

$$v = \frac{\partial\varphi}{\partial y} = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Untuk gelombang amplitudo kecil memiliki nilai y di permukaan adalah sama dengan di muka air diam sehingga $y = 0$, sebagai berikut:

$$\sigma^2 = gk \tanh(kd) \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana nilai $\sigma = kC$, menjadi:

$$C^2 = \frac{g}{k} \tanh(kd) \dots\dots\dots(2.16)$$

dan jika nilai $k = 2\pi/L$ disubstitusikan, menjadi:

$$C^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh(kd) \dots\dots\dots(2.17)$$

yang menunjukkan laju perjalanan gelombang sebagai fungsi kedalaman air (d) dan panjang gelombang (L). Jika nilai $k = \sigma/C = (2\pi/T)/C$ disubstitusikan ke dalam persamaan (2.16), akan didapat nilai C sebagai fungsi T dan d .

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \dots\dots\dots(2.18)$$

kemudian memasukkan nilai $k = 2\pi/L$ dan $C = L/T$ ke dalam persamaan (2.17), maka akan diperoleh panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan metode iterasi menggunakan persamaan (2.19) akan didapat panjang gelombang (L). Cepat rambat gelombang dapat diperoleh dengan membagi panjang gelombang diperoleh dengan periode gelombang ($C = L/T$).

2.2.4 Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah kedalaman air yang lebih besar dari setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam dimana gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi pada

laut transisi dan dangkal memiliki garis puncak gelombang yang menjalar dengan kecepatan kecil. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan sejajar dengan garis kontur dasar laut. Garis ortogonal gelombang adalah garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah perjalanan gelombang yang membelok dan tegak lurus dengan garis kontur dasar laut.

Cepat rambat gelombang tergantung pada kedalaman air di mana gelombang menjalar. Variasi cepat rambat gelombang terjadi sepanjang garis puncak gelombang yang bergerak dengan membentuk suatu sudut terhadap garis kedalaman laut. Karena itu, bagian dari gelombang di laut dalam bergerak lebih cepat daripada bagian di laut yang lebih dangkal. Refraksi dan pendangkalan gelombang akan dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai.

Suatu deretan gelombang yang di laut dalam mempunyai panjang gelombang (L_0) dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam studi refraksi adalah sebagai berikut:

1. energi gelombang antara dua ortogonal adalah konstan.
2. Arah rambat penjalaran gelombang tegak lurus pada puncak gelombang, yaitu dalam arah ortogonal gelombang.
3. Cepat rambat gelombang yang mempunyai periode tertentu di suatu tempat hanya tergantung pada kedalaman di tempat tersebut.
4. Perubahan topografi dasar adalah berangsur-angsur.
5. Gelombang mempunyai puncak yang panjang, periode konstan, amplitudo kecil dan monokromatik.
6. Pengaruh arus, angin dan refraksi dari pantai dan perubahan topografi dasar laut diabaikan.

Proses refraksi gelombang sama dengan refraksi cahaya yang terjadi karena cahaya melintasi dua media perantara yang berbeda. Dengan kesamaan tersebut maka pemakaian hukum Snell pada optik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan perubahan kedalaman. Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang

gelombang berkurang sesuai dengan hukum Snell, maka bila ditinjau dari gelombang di laut dalam dan di suatu titik yang ditinjau berlaku:

$$\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

- α_0 : sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai.
- α : sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau.
- C_0 : kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama (m/s).
- C : kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua (m/s).
- L_0 : panjang gelombang di laut dalam (m).
- L : panjang gelombang di laut dangkal (m).

Ada dua suku pengaruh pendangkalan yaitu koefisien pendangkalan (K_s) dan koefisien refraksi (K_r), di mana pengaruh garis ortogonal konvergen tau divergen yang disebabkan oleh refraksi gelombang.

$$H_i = K_s K_r H_0 \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana, H_0 merupakan tinggi gelombang di laut dalam, dan H_i adalah tinggi gelombang di laut dangkal. Koefisien pendangkalan (K_s) merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air. Koefisien tersebut untuk berbagai nilai d/L yang ada di dalam tabel L-1 buku Teknik Pantai Triadmodjo, 1999.

2.2.5 Fetch

Pada *fetch* perlu mengetahui arah angin yang dominan, dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut. *Fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. *Fetch* rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut (Triatmodjo, 1999) :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \sigma_i} \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana :

F_{eff} = fetch efektif

X_i = panjang garis fetch

α_i = deviasi pada kedua sisi dari arah angin

2.2.6 Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan hutan bakau yang terletak pada garis pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hutan tumbuh khususnya pada tempat yang berlumpur dan terjadi proses daur ulang secara alami oleh bahan organik. Dari bahan organik tersebut, pohon bakau (*Rhizophora sp.*) dapat bertahan hidup, dan dengan bantuan bentuk fisik akar yang membuat pohon dapat berdiri kokoh walaupun diterjang gelombang. Hutan mangrove tipe hutan yang tergenang pada saat pasang naik dan bebas dari genangan pada saat pasang rendah.

Menurut Percival dan Womersley (1975), menyatakan bahwa ekosistem hutan mangrove merupakan refleksi dinamik antara variasi iklim dari proses-proses yang terjadi di kawasan pesisir dan kombinasi interaksi biologis antara lain seperti flora, fauna dan elemen fisiknya termasuk intervensi aktivitas manusia. Dari segi fisik hutan mangrove berperan sebagai perlindungan kawasan pesisir dari hembusan angin, arus, dan gelombang dari laut. Selain itu, perakaran dari jenis tumbuhan mangrove berperan sebagai perangkap sedimen dan sekaligus dapat mengendapkan sedimen. Hutan mangrove juga difungsikan sebagai tempat berlabuh dan bertambatnya perahu nelayan ketika cuaca buruk.

Pantai Timur Surabaya merupakan daerah lahan basah yang memiliki keanekaragaman ekosistem yaitu pasir, rawa payau dan mangrove. Memiliki pantai yang landai yaitu 0-3⁰ dengan ketinggian pasang surut mencapai 1,67 meter, kondisi tanah homogen (*sandyclay*) dengan kedalaman tanah yang dapat ditembus akar mencapai 90cm. Kondisi ini sangat sesuai bagi tumbuhnya mangrove, sehingga di sana mangrove di jumpai dapat tumbuh dengan baik (Arisandi, 2004). Salah satu Pantai Timur Surabaya yang memiliki banyak hutan

mangrove anakan yaitu di Pantai Kenjeran Surabaya. Jenis pohon yang sering dijumpai di Pantai Kenjeran Surabaya adalah *Rhizophora sp.* yang merupakan genus pohon bakau tropis dan memiliki panggung akar yang mengangkat tanaman di atas air.

Di dalam sebuah artikel *The Nature Conservancy and Wetland International* ditunjukkan bahwa hutan bakau dapat melindungi penduduk dan prasarana pesisir dari gelombang dan angin ekstrem. Hutan bakau dengan ketebalan bakau minimal 100 meter mengurangi tinggi gelombang sebanyak 66% sehingga juga dapat mencegah banjir serta infrastruktur pesisir. Tingkat pengurangan tinggi gelombang per satuan jarak yang terjadi di tepi bakau, dimana gelombang memulai perjalanannya menuju hutan bakau tersebut. Anna McIvor, 2010 penulis dari *The Nature Conservancy and Wetland International* menyatakan bahwa gelombang paling cepat berkurang ketika gelombang melewati hambatan dengan kepadatan yang lebih besar. Hal ini berarti bahwa bakau dengan akar napas meredam gelombang di perairan dangkal lebih cepat dari pada bakau yang tidak memiliki akar napas.

2.2.7 Porositas (N_p)

Pada hutan mangrove *Rhizophora sp.* dihitung menggunakan rumus (La Thi, dan Vo Luong, 2001), sebagai berikut:

$$N_p = 1 - \frac{V_t}{V_0} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana, V_t merupakan volume batang dan akar *Rhizophora sp.* yang terendam air (m^3) pada Hutan I dan Hutan II, sebagai berikut:

$$V_t = V_u + V_l \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

V_u = volume batang (m^3) = jumlah batang x luas batang (m^2) x kedalaman air (m)

V_l = volume akar (m^3) = jumlah akar x luas akar (m^2) x kedalaman air (m)

V_0 = volume kontrol total (m^3) yaitu luas lahan pengambilan sampel dikalikan kedalaman air (h).

dengan nilai porositas, sebagai berikut:

$N_p = 1$; menunjukkan ketiadaan mangrove

$N_p = 0$; menunjukkan dinding sepenuhnya reflektif

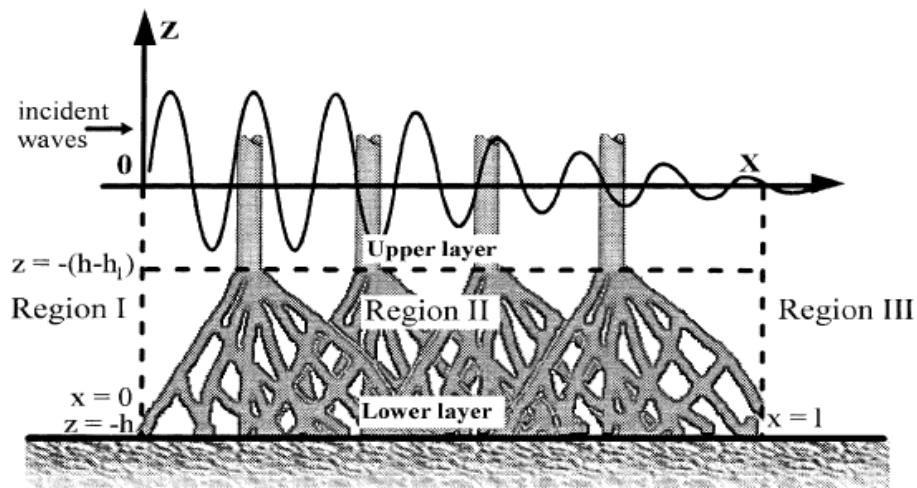
Jika nilai porositas 1, maka nilai kerapatan 0. Sedangkan jika nilai porositas 0, maka nilai kerapatan 1. Nilai porositas dengan kerapatan saling berlawanan.

Dengan perhitungan *wave reduction* (%) menggunakan persamaan:

$$\text{Wave reduction (\%)} = (1 - K_t) \times 100\% \dots\dots\dots(2.25)$$

2.2.8 Metode Analitik

Metode analitik merupakan metode dalam bentuk fungsi matematik dengan membandingkan faktor-faktor resiko secara matematis (*attack rate*) untuk mendapatkan solusi dari suatu permasalahan. Menurut Massel, et al. (1999) menyatakan bahwa untuk memulai perhitungan dengan metode analitik pada hutan mangrove, perlu mengambil titik pusat dari sistem koordinat $O_{(x,z)}$ yang terletak pada permukaan bebas rata-rata dari fluida, dimana koordinat x adalah horisontal dan koordinat z adalah vertikal.



Gambar 7. Sistem Koordinat (Massel, 1999).

Deretan gelombang acak yang searah datang tegak lurus terhadap daerah mangrove. Sedangkan kedalaman air diasumsikan konstan (h), dan ketebalan daerah mangrove adalah l .

Dalam hutan mangrove dibagi menjadi tiga daerah yang meliputi:

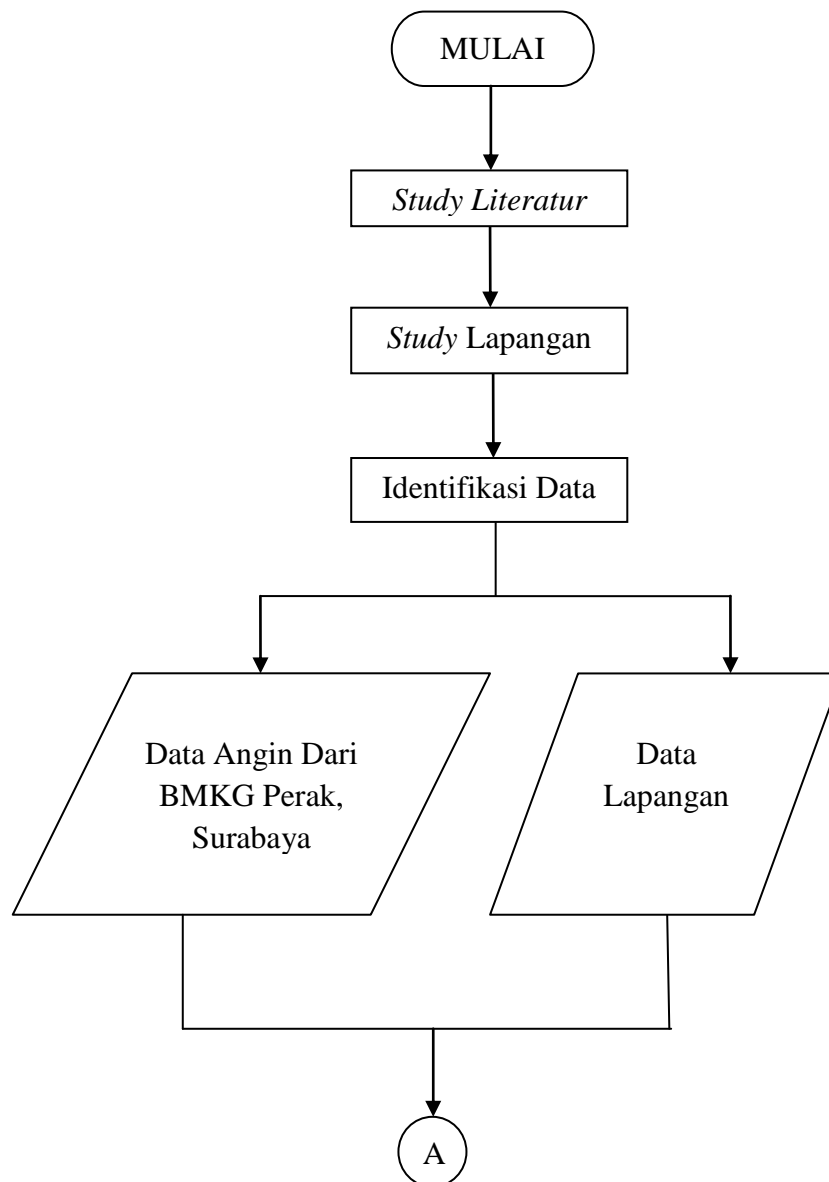
- a. Di depan hutan mangrove (Daerah *I*: $-\infty < x < 0$; $-h < z < 0$) medan gelombang terdiri dari gelombang datang dan gelombang yang dipantulkan dari hutan mangrove.
- b. Gerak gelombang di dalam hutan mangrove (Daerah *II*: $0 < x < l$; $-h < z < 0$), mengalami disipasi kuat akibat interaksi antara batang mangrove dan friksi dasar. Dalam tugas akhir ini, hanya berpusat pada interaksi antara gelombang permukaan dengan batang pohon mangrove, serta akar-akar mangrove.
- c. Di belakang hutan mangrove (Daerah *III*: $x > l$; $-h < z < 0$), diasumsikan bahwa hanya ada gelombang berjalan yang menjalar meninggalkan hutan mangrove.

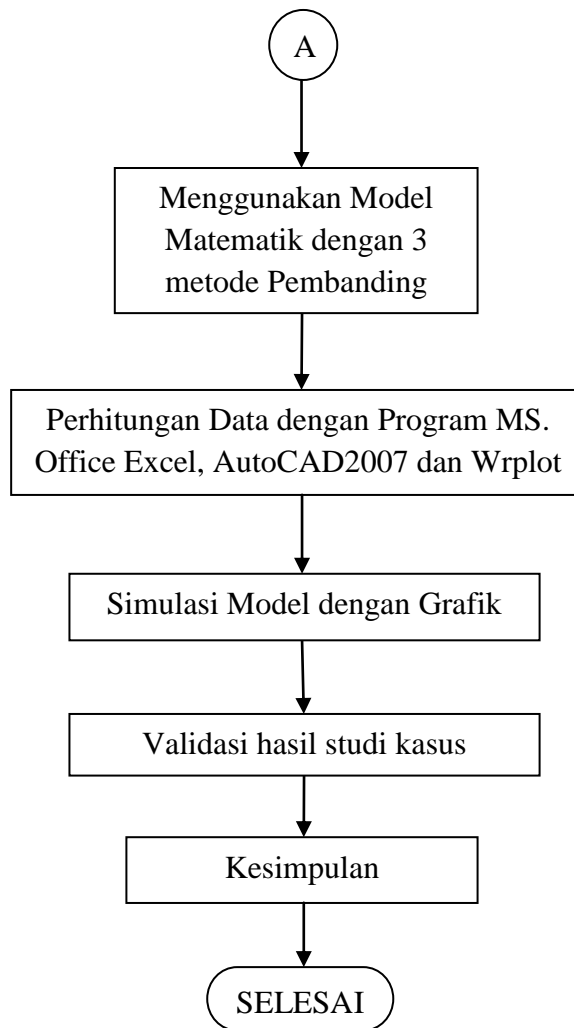
”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Dalam tugas akhir ini menggunakan metode penelitian seperti dalam diagram *flowchart* di bawah ini :





Gambar 8. Diagram *flowchart*.

3.2 Prosedur Penelitian

Penjabaran diagram alur di atas akan dijelaskan pada langkah-langkah, sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dalam tugas akhir ini, literatur-literatur yang dipelajari adalah jurnal-jurnal, website ataupun blog dan buku yang berhubungan dengan penelitian ini dalam penyelesaian masalah.

2. *Study Lapangan*

Pertama menganalisa peta lokasi Pantai Timur Surabaya dibantu dengan software Google Earth. Kemudian melakukan perhitungan rata-rata tebal hutan mangrove untuk kedua lokasi hutan mangrove. Digunakan lokasi Pantai

Kenjeran Surabaya yang terdapat banyak anak hutan mangrove. Selanjutnya melakukan peninjauan lapangan untuk pengukuran diameter batang dan akar pohon mangrove yang diambil secara random.

Study lapangan dilakukan ketika air laut pasang, kondisi hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya berlumpur dan terdapat banyak pecahan kaca ataupun benda tajam lainnya. Dalam pengambilan data diameter pohon dan akar pohon mangrove menggunakan bantuan perahu dan nelayan setempat. Pengukuran diameter mengambil ruasan batang yang terkena gelombang, sedangkan pada akar diambil diameter terbesar dari percabangan akar yang ada. Terdapat kesulitan dalam mengukur diameter pada akar, karena pengukuran dilakukan pada saat air laut pasang. Alat-alat yang digunakan dalam *study* lapangan adalah :



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 9. Alat yang dipergunakan dalam penelitian: (a) kapal nelayan; (b) tabel penelitian; (c) bambu sisik sebanyak 8 buah, panjang 2 m; (d) jangka sorong dan tali rafia

3. Identifikasi Data

Data-data yang diperlukan adalah data angin Tanjung Perak dan sekitarnya tahun 2006-2012, dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) Perak, Surabaya. Data lapangan yang terdiri dari diameter batang dan akar pohon mangrove dengan tebal hutan mangrove 1 adalah 51,04 m, sedangkan tebal hutan mangrove 2 adalah 88,62 m. Kemudian menghitung dengan model matematik dari berbagai metode dari Kristianto (2013); Eldina, et al. (2013); dan Thaha (2001).

4. Perhitungan

Pertama melakukan mengolah data angin menggunakan software Wplot dan AutoCAD2007 untuk mengetahui karakteristik gelombang yang ada di lokasi penelitian, kemudian melakukan pemrograman software MS. Office Excel dengan memasukkan rumus model matematik yang digunakan. Dan akan didapatkan nilai kemampuan mangrove dalam meredam gelombang. Kerapatan dibagi menjadi dua bagian yaitu kerapatan rendah dan kerapatan tinggi, serta dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.

5. Validasi Hasil Studi Kasus

Membandingkan hasil perhitungan struktur dengan berbagai metode penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya dan sesuai dengan *study* kasus yang dipilih untuk memvalidasi agar hasil terealisasi.

6. Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan, apakah hutan mangrove anakan di Pantai Kenjeran Surabaya sudah efektif dalam meredam gelombang. Jika tidak efektif, memberikan saran serta solusi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data Angin

Dalam penelitian ini menggunakan data angin di Tanjung Perak dan sekitarnya, data didapatkan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) Perak, Surabaya tahun 2006-2012. Pada daerah Tanjung Perak memiliki Latitude -7,2036957S dan Longitude 112,7335514E. Pengolahan data angin menggunakan software MS. Office Excel dan Wrplot. Pertama mengurutkan data angin menggunakan software MS. Office Excel dengan membuat tabel yang memiliki variabel sebagai berikut :

- Jam (*hour*)
- Tanggal (*date*)
- Bulan (*month*)
- Tahun (*year*)
- Kecepatan rata-rata (*wind speed*)
- Arah angin (*wind direction*)

Dalam pengolahan data angin tahun 2006-2012 menggunakan software Wrplot, akan didapatkan berbagai hasil sebagai berikut :

4.1.1 Frequency

Dalam pengolahan data angin tahun 2006-2012 kecepatan angin dikelompokkan dalam range-range yang disebut kelas angin.

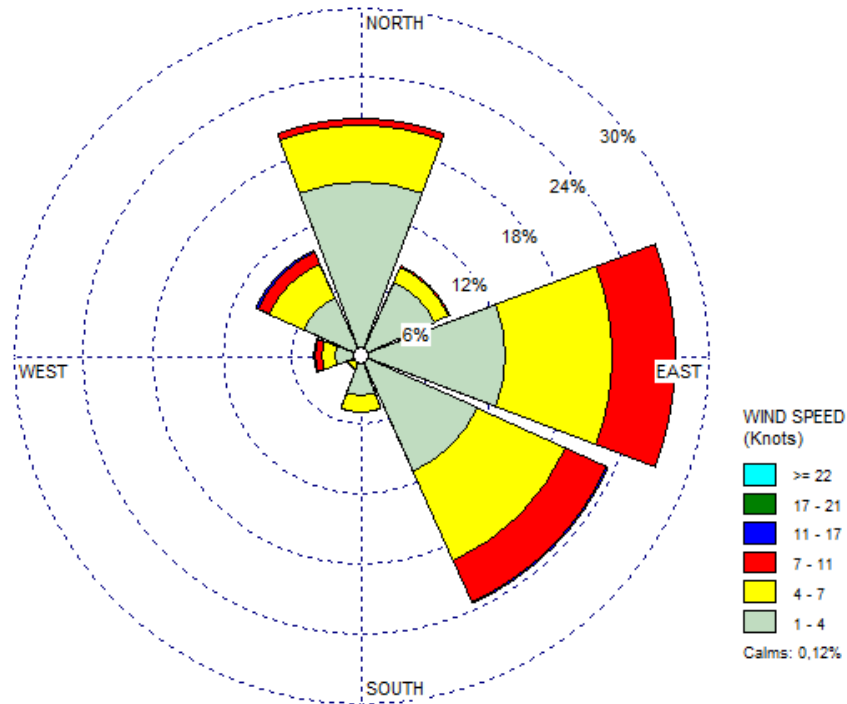
Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kejadian Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012

No.	Directions / Wind Classes (Knots)	1 - 4	4 - 7	7 - 11	11 - 17	17-21	≥22	Total
1	337.5 - 22.5 (N)	9192	2952	360	0	0	0	12504
2	22.5 - 67.5 (NE)	4296	840	72	0	0	0	5208
3	67.5 - 112.5 (E)	7632	5664	3360	24	0	0	16680
4	112.5 - 157.5 (SE)	6744	5136	2400	72	0	0	14352
5	157.5 - 202.5 (S)	2136	864	48	0	0	0	3048
6	202.5 - 247.5 (SW)	408	384	48	0	0	0	840
7	247.5 - 292.5 (W)	1440	696	336	48	0	0	2520
8	292.5 - 337.5 (NW)	3360	1992	672	120	0	0	6144
	Sub-Total	35208	18528	7296	264	0	0	61296
	Calms							72
	Missing/Incomplete							0
	Total							61368

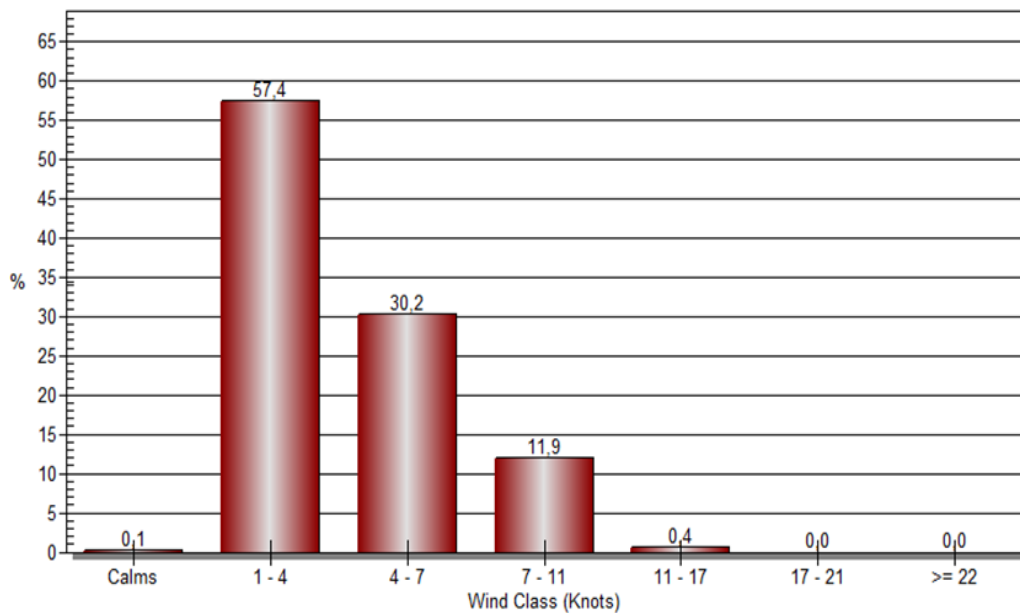
Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kejadian Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012 (%)

No.	Directions / Wind Classes (Knots)	1 - 4	4 - 7	7 - 11	11 - 17	17-21	≥22	Total
1	337.5 - 22.5 (N)	14,98	4,81	0,59	0,00	0,00	0,00	20,38
2	22.5 - 67.5 (NE)	7,00	1,37	0,12	0,00	0,00	0,00	8,49
3	67.5 - 112.5 (E)	12,44	9,23	5,48	0,04	0,00	0,00	27,18
4	112.5 - 157.5 (SE)	10,99	8,37	3,91	0,12	0,00	0,00	23,39
5	157.5 - 202.5 (S)	3,48	1,41	0,08	0,00	0,00	0,00	4,97
6	202.5 - 247.5 (SW)	0,66	0,63	0,08	0,00	0,00	0,00	1,37
7	247.5 - 292.5 (W)	2,35	1,13	0,55	0,08	0,00	0,00	4,11
8	292.5 - 337.5 (NW)	5,48	3,25	1,10	0,20	0,00	0,00	10,01
	Sub-Total	57,37	30,19	11,89	0,43	0,00	0,00	99,88
	Calms							0,12
	Missing/Incomplete							0,00
	Total							100,00

Arah angin dominan yang terjadi di Pantai Kenjeran Surabaya adalah arah timur, seperti pada Gambar 8. Dan pada Gambar 9. ditampilkan dalam bentuk diagram batang sesuai dengan *wind class*, dimana terlihat bahwa nilai *calms* 0,1%.



Gambar 10. Hasil dari *WindRose* menunjukkan Arah Angin Dominan ke Arah Timur



Gambar 11. *Wind Class Frequency Distribution*

4.1.2 *Fetch*

Awal dari perhitungan *fetch* menggunakan software AutoCAD2007 untuk membuat pola garis dengan menggunakan arah angin dominan dan pada kedua sisi dari arah angin dominan tersebut ditambahkan 6^0 sampai 42^0 . Pola garis tersebut dimulai dari titik lokasi penelitian yang ditarik hingga menabrak daratan, sebagai berikut:



Gambar 12. Hasil Pola Garis pada Peta Pantai Kenjeran Surabaya

Selanjutnya melakukan perhitungan *fetch* yang menggunakan software MS. Office Excel didapatkan hasil pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil F_{eff}

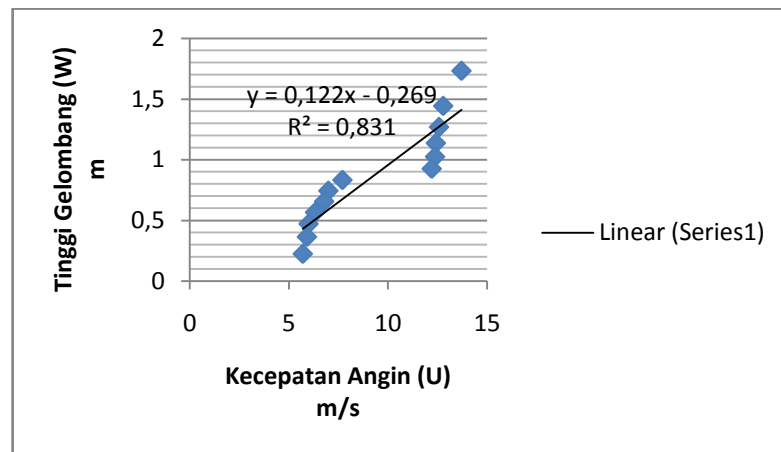
α	$\cos \alpha$	Jarak pada gambar	$X_i (km)$	$X_i \cos \alpha$
42	0,74	109,66	12,52	9,31
36	0,81	113,65	12,98	10,50
30	0,87	124,50	14,22	12,31
24	0,91	142,28	16,25	14,84
18	0,95	161,46	18,44	17,53
12	0,98	194,10	22,16	21,68
6	0,99	255,96	29,23	29,07
0	1,00	676,79	77,28	77,28
6	0,99	200,00	22,84	22,71
12	0,98	200,00	22,84	22,34
18	0,95	200,00	22,84	21,72
24	0,91	33,54	3,83	3,50
30	0,87	0,00	0,00	0,00
36	0,81	0,00	0,00	0,00
42	0,74	0,00	0,00	0,00
$\Sigma =$		13,51		262,78
$F_{eff} =$		19,45 km	=	19449 m

4.1.3 Periode Ulang Angin

Didalam perhitungan ini menggunakan kecepatan angin rata-rata (U) tiga terbesar setiap tahunnya selama tahun 2006-2012 dengan arah dominan timur (90^0). Data tersebut diurutkan mulai dari nilai terbesar sampai yang terkecil dan kecepatan gelombang yang sama dicatat satu kali. Selanjutnya melakukan perhitungan periode ulang angin berdasarkan distribusi Weibull dengan nilai $k = 2,0$. Kemudian menggunakan formulasi dari Kamphuis, 2010 untuk mendapatkan nilai korelasi (R^2) yang maksimal dalam hasil regresi persamaan yaitu 0,831.

Tabel 6. Periode Ulang Tanjung Perak dan Sekitarnya, Surabaya Tahun 2006-2012 dengan Arah Dominan Timur (90^0)

no data (i)	U (m/s)	$c1$	$c2$	Q	W
1	13,71	0,335	0,315	0,050	1,731
2	12,79	0,335	0,315	0,125	1,442
3	12,58	0,335	0,315	0,200	1,268
4	12,42	0,335	0,315	0,275	1,136
5	12,38	0,335	0,315	0,350	1,024
6	12,21	0,335	0,315	0,425	0,924
7	7,71	0,335	0,315	0,501	0,832
8	7	0,335	0,315	0,576	0,743
9	6,79	0,335	0,315	0,651	0,655
10	6,33	0,335	0,315	0,726	0,566
11	6	0,335	0,315	0,801	0,471
12	5,92	0,335	0,315	0,876	0,364
13	5,71	0,335	0,315	0,951	0,224



Gambar 13. Grafik Garis Regresi dengan Nilai $k = 2,0$

Grafik garis regresi dengan nilai $k = 2,0$ didapatkan persamaan $y = 0,122x - 0,269$ yang berarti dalam persamaan :

$$U = A y + B \dots\dots\dots (4.1)$$

maka didapatkan hasil :

$$U = y$$

$$y = x$$

$$A = 0,122$$

$$B = -0,269$$

Dengan nilai β dan γ sebagai berikut (Kamphuis, 2010):

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{1}{\gamma} \dots\dots\dots (4.2) \\ &= 8,197\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}-\gamma &= B \times \beta \dots\dots\dots (4.3) \\ &= 2,205\end{aligned}$$

4.1.4 Tinggi dan Periode Gelombang Laut

Tinggi dan periode gelombang dihitung berdasarkan formula menurut SPM (Shore Protection Manual), 1984 vol 1, sebagai berikut :

$$H_0 = 5,112 \times 10^{-4} \times U_A \times F_{eff}^{0,5} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$U_L = \gamma + \beta(\ln LT_r)^{\frac{1}{k}} \dots\dots\dots (4.5)$$

$$L = \frac{N_T}{K} \dots\dots\dots (4.6)$$

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1,23} \dots\dots\dots (4.7)$$

$$T_0 = 6,238 \times 10^{-2} \times (U_A \times F_{aff})^{0,33} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$R_L = \frac{U_W}{U_A} \dots\dots\dots (4.9)$$

Keterangan:

H_0 = tinggi gelombang laut dalam (m)

T_0 = periode gelombang laut dalam (s)

Tr = periode ulang (tahun)

F_{eff} = fetch efektif

L = rerata jumlah kejadian pertahun

U_A = faktor tegangan gelombang

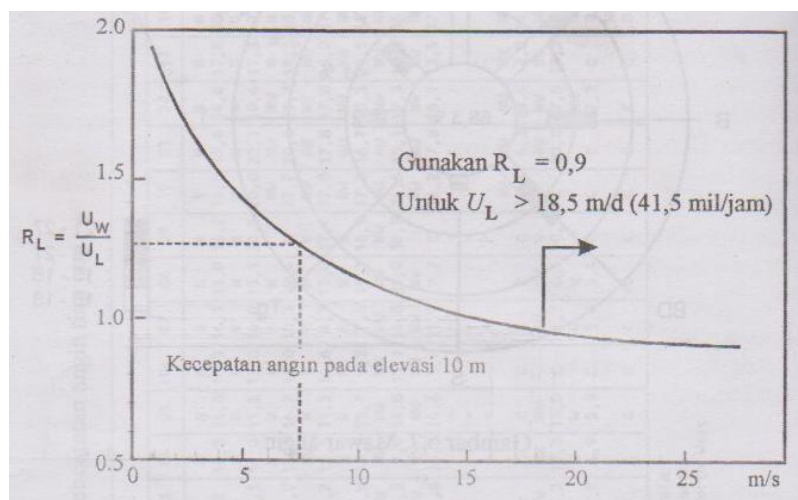
U_W = kecepatan angin diatas permukaan laut (m/s)

U_L = kecepatan angin diatas daratan (m/s)

k = 2,0 , distribusi Weibull

R_L = hubungan U_L dan U_W (kecepatan angin di darat dan di laut), didapat pada Gambar 12 (Triatmodjo, 1999).

1 knot = 0,515 m/s



Gambar 14. Hubungan antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat (Triatmodjo, 1999)

Maka didapatkan hasil tinggi dan periode gelombang dari periode ulang selama tahun 2006-2012, sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil H_0 dan T_0 sesuai dengan Periode Ulang

T_r (tahun)	L	k	U_l (m/s)	R_l	U_w	U_A (m/s)	90°		
							$Feff$ (m)	H_0	T_0
1	1,857	2,0	8,7	1,23	10,64	13,02	19449,11	0,93	3,79
3	1,857	2,0	12,9	1,10	14,24	18,63		1,33	4,26
5	1,857	2,0	14,4	1,00	14,44	18,95		1,35	4,29

Didapatkan tinggi gelombang laut dalam (H_0) dan periode gelombang laut dalam (T_0) sesuai kala ulang 1, 3 dan 5 tahun. Kemudian menghitung tinggi gelombang laut dangkal dengan cara refraksi gelombang di laut dalam. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah hutan mangrove Pantai Kenjeran Surabaya memiliki dasar laut yang dangkal. Dengan menggunakan persamaan :

$$L_0 = 1,56 \times T_0^2 \dots\dots\dots(4.10)$$

$$C_0 = \frac{L_0}{T_0} \dots\dots\dots(4.11)$$

$$C = \frac{L}{T_0} \dots\dots\dots(4.12)$$

$$K_r = \left(\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right)^{0,5} \dots\dots\dots(4.13)$$

$$H_i = K_s K_r H_0 \dots\dots\dots(4.14)$$

$$\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \dots\dots\dots(4.15)$$

$$C_0 > C \text{ dan } L_0 > L \dots\dots\dots(4.16)$$

Dimana, d adalah kedalaman air laut pada hutan mangrove dan nilai d/L dan K_s terdapat pada tabel L-1 buku Teknik Pantai Triadmodjo, 1999. Dengan hasil perhitungan tinggi gelombang laut dangkal (H_i) pada Tabel 8.

Keterangan :

L_0 : panjang gelombang di laut dalam (m).

T_0 : periode gelombang.

C_0 : kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama (m/s).

C : kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua (m/s).

L : panjang gelombang di laut dangkal (m).

α_0 : sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai.

α : sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau.

K_r : koefisien refraksi.

H_i : tinggi gelombang laut dangkal (m)

K_s : koefisien pendangkalan.

H_0 : tinggi gelombang laut dalam (m)

Tabel 8. Hasil H_i dengan Kala Ulang n Tahun

T_r (tahun)	1	3	5
H_0 (m)	0,93	1,33	1,35
T_0	3,79	4,26	4,29
L_0 (m)	22,36	28,33	28,65
C_0 (m/s)	5,91	6,65	6,69
D (m)	0,5	0,5	0,5
d/L_0	0,022	0,018	0,017
d/L	0,06057	0,05456	0,05296
L (m)	8,25	9,16	9,44
C (m/s)	2,18	2,15	2,20
α_0	12	12	12
α	4,40	3,86	3,93
K_r	0,9905	0,9901	0,9902
K_s	1,201	1,255	1,271
H_i (m)	1,10	1,65	1,70

4.2 Penerapan Metode pada Hutan Mangrove

Pantai Kenjeran Surabaya mempunyai jenis hutan mangrove *Rhizophora sp.*, maka dalam penelitian ini hanya membahas tentang jenis hutan mangrove *Rizophora sp.* Hutan mangrove jenis tersebut mempunyai ciri fisik utama yaitu memiliki akar-akar yang dapat mencapai ketinggian tertentu dari dasar perairan. Dengan demikian perairan yang menjadi daerah mangrove dibagi menjadi dua lapisan yaitu lapisan atas pada bagian batang mangrove yang memiliki ketinggian pohon mangrove 1,6 m dan lapisan bawah pada akar-akar mangrove yang memiliki kedalaman 0,9 m.

Dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian hutan yang diasumsikan sesuai kerapatannya yaitu Hutan Mangrove 1 merupakan yang memiliki kerapatan rendah dan Hutan Mangrove 2 merupakan yang memiliki kerapatan rendah. Asumsi kerapatan dinilai dari penampakan fisik dari setiap hutan mangrove.

Parameter-parameter hutan mangrove diasumsikan sebagai berikut: tebal Hutan Mangrove 1 adalah 51,04 m, dan tebal Hutan Mangrove 2 adalah 88,62 m. Kedalaman air laut pada hutan mangrove (h) yaitu 0,5 m. Hutan Mangrove 1 memiliki rata-rata diameter batang $D_u = 0,06$ m, dan rata-rata diameter akar $D_l = 0,01$ m, sedangkan Hutan Mangrove 2 memiliki rata-rata diameter batang $D_u = 0,04$ m, dan rata-rata diameter akar $D_l = 0,01$ m.

Hutan Mangrove 1 terdapat jumlah batang $N_u = 4/m^2$ dan jumlah akar $N_l = 13/m^2$. Sedangkan untuk Hutan Mangrove 2 diambil jumlah batang $N_u = 6/m^2$ dan jumlah akar $N_l = 15/m^2$.

Dalam menghitung tebal hutan mangrove menggunakan bantuan Google Earth dengan membuat beberapa garis bagian yang memiliki tebal pada masing-masing garis. Banyaknya garis sesuai luasan hutan mangrove 1 dan hutan mangrove 2. Setelah membuat bagian-bagian tebal pada masing-masing hutan mangrove yang disebut *section*, kemudian merata-rata tebal masing-masing hutan mangrove pada Tabel 9.



Gambar 15. Hasil Pembagian *Section* pada Masing-masing Hutan Mangrove

Tabel 9. Tebal Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mnagrove 2

Hutan Mangeove 1		Hutan Mangrove 2	
no	tebal (m)	no	tebal (m)
1	19,32	1	98,14
2	33,43	2	94,53
3	48,63	3	101,84
4	59,09	4	89,03
5	69,06	5	95,41
6	77,00	6	89,90
7	84,91	7	90,11
8	74,46	8	81,03
9	62,73	9	85,28
10	51,40	10	83,63
11	33,16	11	84,50
12	33,85	12	89,50
13	41,38	13	99,00
14	26,19	14	98,46
		15	93,28
		16	79,38
		17	53,50
rata-rata tebal (x) =	51,04	rata-rata tebal (x) =	88,62

4.2.1 Nilai porositas (N_p)

Pada *study* lapangan dilakukan pengambilan sampling dengan pengukuran diameter batang dan akar pohon mangrove untuk Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2. Dalam pengambilan sampling tersebut, menggunakan tebal sampling hutan mangrove 2 m yang langgung mengenai gempulan gelombang yaitu bagian depan hutan mangrove. Data lapangan didapatkan :

Tabel 10. Data Lapangan Diameter Batang (Du) pada Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2

Hutan Mangrove 1		Hutan Mangrove 2	
Batang	Du (mm)	Batang	Du (mm)
1	55	1	44
2	62	2	38
3	43	3	20
4	80	4	62
		5	50
		6	54

Tabel 11. Data Lapangan Diameter Akar (DI) pada Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2

Hutan Mangrove 1		Hutan Mangrove 2	
Akar	DI (mm)	Akar	DI (mm)
1	15	1	9
2	8	2	10
3	12	3	9
4	10	4	19
5	8	5	11
6	16	6	9
7	9	7	15
8	5	8	23
9	12	9	24
10	14	10	16
11	8	11	9
12	10	12	30
13	8	13	18
		14	9
		15	11

Dari semua data lapangan berupa diameter batang dan akar pohon mangrove, kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai porositas, yaitu :

Tabel 12. Hasil Porositas (N_p) pada Hutan Mangrove Spesies *Rhizophora sp.*

Hutan	Diameter Batang (m)	Jumlah batang (per m ²)	$L = \Pi D$ (m ²)	$V = NLh$ (m ³)	V_t (m ³)	V_o (m ³)	Porositas N_p
I	$Du = 0,06$ $Dl = 0,01$	$Nu = 4$ $Nl = 13$	$Lu = 0,19$ $Ll = 0,03$	$Vu = 0,38$ $Vl = 0,21$	0,59	2	0,71
II	$Du = 0,04$ $Dl = 0,01$	$Nu = 6$ $Nl = 15$	$Lu = 0,14$ $Ll = 0,05$	$Vu = 0,42$ $Vl = 0,35$	0,77	2	0,62

4.2.2 Metode Kristiyanto (2013)

Metode dari Kristiyanto (2013) tidak dapat digunakan untuk studi kasus pada penelitian ini. Pada Tabel 10 dan Tabel 11 terlihat hasil koefisien transmisi (K_t) yang bernilai negatif (-), maka sudah dapat dipastikan bahwa tidak dapat dilanjutkan untuk menghitung tinggi gelombang transmisi (H_t) dan redaman gelombang (%). Karena pada formulasi Kristiyanto, et al. (2013) menggunakan H_i/gT_0^2 yaitu 0,0276 m - 0,4411 m dan nilai porositas (N_p) adalah 0,9920 – 0,9829. Sedangkan H_i/gT_0^2 pada penelitian ini 0,0079 m – 0,0094 m dan nilai porositas (N_p) yaitu 0,71 dan 0,62.

Tabel 13. Tinggi Gelombang laut dangkal (H_i) dan Nilai Porositas (N_p), Kristiyanto (2013)

Kanal	H_i/gT_0^2	N_p
A	0,4411	0,9920
B	0,0319	0,9833
C	0,0276	0,9828

Tabel 14. Hasil Koefisien Transmisi (K_t) Menggunakan Metode Kristiyanto (2013) pada Hutan Mangrove 1

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	H_i/gT_0^2	N_p	K_t (Kristiyanto, 2013)
1	1,10	3,79	0,0079	0,71	-11707771,69
3	1,65	4,26	0,0093	0,71	-13300228,24
5	1,70	4,29	0,0094	0,71	-13491391,26

Tabel 15. Hasil Koefisien Transmisi (K_t) Menggunakan Metode Kristiyanto (2013) pada Hutan Mangrove2

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	H_i/gT_0^2	N_p	K_t (Kristiyanto, 2013)
1	1,10	3,79	0,0079	0,62	-23142940121
3	1,65	4,26	0,0093	0,62	-26290774254
5	1,70	4,29	0,0094	0,62	-26668649244

4.2.3 Metode Eldina, et al. (2013)

Menggunakan rumus metode dari Eldina, et al. (2013) dengan tebal mangrove (x) adalah 2 m pada sampling, maka akan didapatkan hasil:

Tabel 16. Nilai Koefisien Transmisi (K_t) dan *Wave Reduction* (%)

Kala Ulang Tahun	H_i (m)	x (m)	H_t (m)	$K_t = H_t/H_i$	wave reduction (%)
1	1,10	2,00	0,9342	0,014036	98,60
3	1,65	2,00	1,3962	0,014061	98,59
5	1,70	2,00	1,4384	0,014035	98,60

Dengan menggunakan formulasi Eldina, et al. (2013) dapat dilihat dari tabel bahwa mendapatkan *wave reduction* (%) positif, akan tetapi penelitian Eldina, et al. (2013) tidak menggunakan parameter porositas dalam metodenya, sedangkan penelitian ini menggunakan *study* lapangan untuk mendapatkan nilai porositas untuk setiap lokasi hutan mangrove.

4.2.4 Metode Thaha (2001)

Pada metode dari Thaha (2001) akan didapatkan nilai Tinggi Gelombang Transmisi (H_t), Koefisien Transmisi (K_t), dan *wave reduction* (%). Metode digunakan untuk perhitungan pada Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2 dengan :

B = ketebatan Hutan Mangrove 1 dan Hutan Mangrove 2

H_i = tinggi gelombang laut dangkal

L = panjang gelombang

KE_t = koefisien transmisi energi gelombang

K_t = koefisien transmisi gelombang

g = gravitasi bumi = $9,81 \text{ m/s}^2$

i. Pada Hutan Mangrove 1 dengan nilai porositas (N_p) = 0,71 dan Tebal Hutan Mangrove 1 (B) = 51,04 m

Hasil dari perhitunga pada Tabel 17. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p B/gT_0^2$ yaitu 0,2012 - 0,2577 yang memenuhi range nilai $N_p B/gT_0^2$ dari penelitian Thaha, 2001. Dalam range tersebut, Semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin kecil mencapai 59,72%.

Tabel 17. Hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 , untuk $KE_t = f(N_p, B/gT_0^2)$ dengan $0,0020 \leq N_p$ $B/gT_0^2 \leq 0,7872$ pada Hutan Mangrove 1

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	N_p	$N_p B/gT_0^2$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	3,79	0,71	0,2577	0,4014	0,2447	0,2216	77,84
3	1,65	4,26	0,71	0,2034	0,4707	0,6409	0,3884	61,16
5	1,70	4,29	0,71	0,2012	0,4738	0,6847	0,4028	59,72

Hasil dari perhitunga pada Tabel 18. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p H_i/B$ yang terlalu besar yaitu 0,0154 – 0,0236 dan memenuhi range nilai $N_p H_i/B$ dari penelitian Thaha, 2001. Semakin besar tinggi gelombang laut dalam (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin besar mencapai 46,62%.

Tabel 18. Hubungan KE_t dengan H_i/B , untuk $KE_t = f(N_p, H_i/B)$ dengan $0,0012 \leq N_p$ $H_i/B \leq 0,1409$ pada Hutan Mangrove 1

Kala Ulang Tahun	H_i	N_p	$N_p H_i/B$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	0,71	0,0154	0,6915	0,4216	0,3818	61,82
3	1,65	0,71	0,0230	0,6330	0,8619	0,5223	47,77
5	1,70	0,71	0,0236	0,6280	0,9075	0,5338	46,62

Hasil dari perhitunga pada Tabel 19. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p B/L$ yaitu 0,2572 - 0,3295 yang memenuhi range nilai $N_p B/L$ dari penelitian Thaha, 2001. Dalam range tersebut, semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin kecil yaitu 26,11%.

Tabel 19. Hubungan KE_t dengan B/L , untuk $KE_t = f(N_p, B/L)$ dengan $0,0792 \leq N_p B/L \leq 11,1039$ pada Hutan Mangrove 1

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	N_p	L	$N_p B/L$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	3,79	0,71	109,98	0,3295	0,8536	0,5204	0,4713	52,87
3	1,65	4,26	0,71	139,31	0,2601	0,8687	1,1828	0,7167	28,33
5	1,70	4,29	0,71	140,89	0,2572	0,8693	1,2563	0,7389	26,11

ii. Pada Hutan Mangrove 2 dengan nilai porositas (N_p) = 0,62 dan Tebal Hutan Mangrove 2 (B) = 88, 62 m

Hasil dari perhitunga pada Tabel 20. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p B/gT_0^2$ yaitu 0,3050 – 0,3907 yang memenuhi range nilai $N_p B/gT_0^2$ dari penelitian Thaha, 2001. Dalam range tersebut, semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin kecil mencapai 70,31%.

Tabel 20. Hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 , untuk $KE_t = f(N_p, B/gT_0^2)$ dengan $0,0020 \leq N_p B/gT_0^2 \leq 0,7872$ pada Hutan Mangrove 2

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	N_p	$N_p B/gT_0^2$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	3,79	0,62	0,3907	0,2716	0,1655	0,1499	85,01
3	1,65	4,26	0,62	0,3085	0,3458	0,4708	0,2853	71,47
5	1,70	4,29	0,62	0,3050	0,3493	0,5047	0,2969	70,31

Hasil dari perhitunga pada Tabel 21. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p H_i/B$ yang terlalu besar yaitu 0,0077 – 0,0119 dan memenuhi range nilai $N_p H_i/B$ dari penelitian Thaha, 2001. Semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin besar mencapai 38,80%.

Tabel 21. Hubungan KE_t dengan H_i/B , untuk $KE_t = f(N_p, H_i/B)$ dengan $0,0012 \leq N_p H_i/B \leq 0,1409$ pada Hutan Mangrove 2

Kala Ulang Tahun	H_i	N_p	$N_p H_i/B$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	0,62	0,0077	0,7557	0,4607	0,4172	58,28
3	1,65	0,62	0,0115	0,7229	0,9842	0,5964	40,36
5	1,70	0,62	0,0119	0,7199	1,0404	0,6120	38,80

Hasil dari perhitunga pada Tabel 22. dalam penelitian ini didapatkan nilai $N_p B/L$ yaitu 0,3900 – 0,4996 yang memenuhi range nilai $N_p B/L$ dari penelitian Thaha, 2001. Dalam range tersebut semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i), maka memiliki *wave reduction* (%) yang semakin kecil yaitu 28,54%.

Tabel 22. Hubungan KE_t dengan B/L , untuk $KE_t = f(N_p, B/L)$ dengan $0,0792 \leq N_p B/L \leq 11,1039$ pada Hutan Mangrove 2

Kala Ulang Tahun	H_i	T_0	N_p	L	$N_p B/L$	KE_t	H_t	K_t	<i>wave reduction</i> (%)
1	1,10	3,79	0,62	109,98	0,4996	0,8177	0,4985	0,4514	54,86
3	1,65	4,26	0,62	139,31	0,3944	0,8397	1,1433	0,6928	30,72
5	1,70	4,29	0,62	140,89	0,3900	0,8406	1,2148	0,7146	28,54

Dari perhitungan yang dihasilkan dalam tabel sesuai data penelitian ini dengan kondisi Hutan Mangrove 1 (H1) dan Hutan Mangrove 2 (H2) menggunakan metode Thaha (2001), dapat disimpulkan bahwa :

Tabel 23. Perbandingan Hasil Metode Thaha (2001) dengan Penelitian ini

Kategori	Thaha (2001)	Penelitian ini
Model	Fisik	<i>Study</i> lapangan
Variasi	15 – 18 pohon	H1 = 13 pohon H2 = 15 pohon
Skala	1:10	1:1
Porositas	0,4 - 4	H1 = 0,62 H2 = 0,71
Ketebalan (<i>B</i>)	10 m (model)	H1 = 51,04 m H2 = 88,62 m
<i>Wave Reduction</i>	19% - 90%	<p>H1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • KE_t dengan $B/gT_0^2 = 59,72\% - 77,84\%$ • KE_t dengan $H/B = 46,62\% - 61,82\%$ • KE_t dengan $B/L = 26,11\% - 52,87\%$ <p>H2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • KE_t dengan $B/gT_0^2 = 70,31\% - 85,01\%$ • KE_t dengan $H/B = 38,80\% - 58,28\%$ • KE_t dengan $B/L = 28,54\% - 54,86\%$

Dari ketiga metode yang digunakan dalam penelitian ini, maka bisa di analisa sebagai berikut :

Tabel 24. Hasil Analisa Ketiga Metode Penelitian jika digunakan dengan Data Penelitian Hutan Mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya

No.	Metode Penelitian dari	Keterangan
1	Kristiyanto (2013)	Tidak sesuai, nilai koefisien transmisi (K_t) negatif
2	Eldina, et al. (2013)	Tidak sesuai, tidak menggunakan variabel kerapatan (<i>porositas</i>)
3	Thaha (2001)	Ada tiga formulasi koefisien energi transmisi (KE_t) dengan memiliki masing-masing : <ul style="list-style-type: none"> • B/gT_0^2 = sesuai, nilai <i>wave reduction</i> (%) signifikan • H/B = sesuai, sesuai, nilai <i>wave reduction</i> (%) signifikan • B/L = sesuai, sesuai, nilai <i>wave reduction</i> (%) signifikan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Arah Angin pada hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya dominan ke arah Timur. Pada Hutan Mangrove 1 memiliki tebal 51,04 m, sedangkan Hutan Mangrove 2 memiliki tebal 88,62 m. Untuk nilai porositas Hutan Mangrove mempunyai nilai 0,71, dan Hutan Mangrove 2 mempunyai nilai 0,62. Kondisi ini berpotensi besar dalam meredam gelombang. Dari ketiga metode yang digunakan untuk mengetahui kemampuan hutan mangrove di Pantai Kenjeran Surabaya dalam meredam gelombang, lebih sesuai dengan metode dari Thaha (2001), sedangkan metode dari Kristiyanto (2013); dan Eldina, et al. (2013) tidak sesuai dengan penelitian ini karena hasil perhitungan yang tidak signifikan.

Pada metode dari Thaha (2001) dengan hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 , H_i/B , dan B/L . Akan tetapi yang menghasilkan wave reduction (%) paling besar adalah hubungan KE_t dengan B/gT_0^2 . Didapatkan nilai *wave reduction* (%) untuk Hutan Mangrove 1 yaitu 59,72% - 77,84%; sedangkan pada Hutan Mangrove 2 yaitu 70,31% - 85,01%. Semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i) memiliki nilai *wave reduction* (%) semakin kecil, dikarenakan dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan umur pohon mangrove, tetapi sesuai tinggi gelombang laut dangkal (H_i) pada periode kala ulang.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya yang dilakukan ini lebih baik menggunakan alat ukur gelombang seperti *SBE* (*Sea Bird Electronic*) untuk mengetahui nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) sesuai kondisi di lapangan. Dan di sarankan untuk menghitung pertumbuhan dari pohon mangrove tersebut, karena diameter batang dan akar sangat mempengaruhi dalam meredam gelombang. Peran dari hutan mangrove dalam melindungi pesisir pantai atau bangunan pantai sangat besar. Hutan mangrove juga sangat mendukung tumbuh kembangnya biota laut.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, P., 1998, *Panduan Pengenalan Mangrove Pantai Timur Surabaya Mangrove Sang Pelindung*, LSM Ecoton, Surabaya.
- Arisandi, P., 2004, "Mangrove Pantai Timur Surabaya Terancam Punah", *www.terrannrt.or.id*, diakses tanggal 20 Februari 2013.
- Ede, dan McIvor, A., 2010, "Bakau Melindungi Pesisir dari Gelombang dan Angin Kencang", The Nature Conservancy dan Wetland International, *www.nature.or.id*, diakses tanggal 26 Februari 2013.
- Eldina, et al., 2013, *www.flow3D.com*, diakses tanggal 8 September 2013.
- Harada, K., et al., 2000, *Experimental and Numerical Study on the Effect of Mangrove to Reduce Tsunami*, Tohoku University, Sendai, Japan, p.6.
- Kamphuis, J.W., 2010, *Introduction to Coastal Engineering and Management*, 2nd Edition, Advanced Series on Ocean Engineering, World Scientific Publishing, Singapore, vol 30
- Kristiyanto, A., 2013, *Transmisi Gelombang Lut pada Mangrove Rumpun Rhizophora*, Universitas Brawijawa, Malang.
- La Thi C, dan H. P. Vo Luong, 2001, *Influence of Wave Motion in Mangrove, 'Forest*, <http://ivy3.epa.gov.tw/OMISAR/Data/OMISAR/wksp.mtg/WOM9/02-0830Cang.htm>, diakses tanggal 20 Oktober 2013.
- Massel, S.R., et al, 1999, *Surface Wave Propagation in Mangrove Forests*, Fluid Dynamic Research, Elsevier Science, Amsterdam, vol. 24, hal 219-249.
- Mazda, Y., et al., 1995, *Tidal Asymetry in Mangrove Creeks*, Hydrobiologia, Kluwer Academic Publishers, Belgium, vol. 295, hal 51-58.
- Percival, M., dan Womersley, J.S., 1975, Floristics and ecology of the mangrove vegetation of papua New and Guinea, Bot. Bull, No. 8:1-96.
- Thata, M.A., 2001, *Simulasi Rumpun Bakau (Rhizophora Shrub) sebagai Peredam Energi Gelombang*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN I

DATA KECEPATAN ANGIN

Tabel 25. Data Kecepatan Angin Tanjung Perak dan Sekitarnya dari BMKG Perak, Surabaya Tahun 2006-2012

TGL.	JANUARI 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	FEBRUARI 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	BL	20	190	1	3	B	19	340
2	4	BL	21	320	2	3	B	18	270
3	2	S	26	330	3	3	BL	18	340
4	2	S	18	330	4	2	BD	22	350
5	2	S	17	30	5	2	U	25	340
6	2	BD	18	40	6	2	U	7	70
7	2	BL	23	140	7	1	U	5	330
8	3	U	19	340	8	3	TL	11	60
9	1	S	16	300	9	1	S	11	270
10	3	TG	18	40	10	2	BD	12	170
11	2	S	25	10	11	3	U	14	60
12	2	U	20	30	12	3	TG	14	40
13	2	B	25	360	13	3	U	12	350
14	3	B	20	290	14	2	U	16	10
15	3	B	21	250	15	2	BD	15	20
16	4	B	23	240	16	2	B	14	350
17	3	B	23	330	17	2	B	14	220
18	4	B	22	250	18	2	BD	14	360
19	5	B	27	230	19	3	B	18	360
20	4	B	27	280	20	2	BL	19	150
21	6	B	29	250	21	2	U	22	130
22	4	B	20	250	22	2	B	13	260
23	3	S	23	340	23	2	B	14	360
24	3	B	14	340	24	3	BL	17	180
25	4	B	17	300	25	3	B	14	10
26	4	B	17	290	26	4	B	15	280
27	3	B	16	290	27	3	B	16	300
28	3	B	15	260	28	2	B	17	250
29	2	BD	21	320	29				
30	3	B	21	250	30				
31	3	B	20	270	31				

TGL.	MARET 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	B	16	10	1	4	B	26	290
2	1	U	12	330	2	3	B	21	300
3	1	TG	7	10	3	4	B	22	320
4	2	S	21	240	4	4	BL	24	330
5	3	T	18	250	5	3	B	19	340
6	3	B	19	330	6	3	BL	20	250
7	3	BL	12	310	7	1	U	25	160
8	2	B	15	360	8	3	U	16	330
9	2	BL	15	140	9	2	S	19	30
10	3	U	15	10	10	2	S	20	10
11	2	U	15	190	11	2	T	18	170
12	2	T	12	20	12	2	S	21	10
13	3	U	13	350	13	2	TL	42	20
14	2	U	16	150	14	2	S	25	10
15	3	B	16	360	15	2	S	16	40
16	3	U	25	260	16	2	S	20	20
17	4	U	14	280	17	2	U	19	360
18	1	S	17	280	18	3	U	20	320
19	3	B	18	190	19	2	T	18	30
20	3	B	24	300	20	2	T	19	110
21	3	B	18	350	21	2	S	26	60
22	2	B	20	290	22	2	U	20	360
23	2	B	21	290	23	1	U	8	50
24	3	U	23	10	24	2	TL	11	10
25	3	BL	16	340	25	2	U	13	90
26	2	U	5	340	26	3	U	13	330
27	3	B	25	310	27	3	U	12	30
28	3	B	21	330	28	2	B	12	300
29	2	BL	11	350	29	3	U	16	170
30	2	B	19	330	30	2	T	15	100
31	2	B	27	360	31				

TGL.	MEI 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	BD	12	350	1	3	T	13	130
2	3	TG	16	120	2	2	S	28	350
3	1	TG	12	360	3	2	TL	13	50
4	3	T	17	30	4	3	T	18	90
5	2	S	17	60	5	3	S	13	340
6	2	U	13	160	6	4	T	23	90
7	3	U	10	10	7	3	T	17	90
8	3	T	21	80	8	3	TG	16	120
9	4	TG	19	120	9	3	T	18	110
10	3	T	14	110	10	2	U	17	130
11	3	T	20	160	11	2	T	18	140
12	3	T	20	110	12	3	TG	18	110
13	3	T	15	50	13	3	T	16	120
14	3	TL	14	130	14	2	T	16	110
15	3	T	16	70	15	3	TG	20	130
16	3	T	20	110	16	3	T	13	110
17	4	T	18	110	17	2	B	15	140
18	4	TG	14	120	18	3	T	20	120
19	2	BD	16	150	19	3	TG	19	140
20	2	BD	12	90	20	3	TG	26	100
21	3	T	17	150	21	3	T	20	80
22	1	S	15	210	22	3	TG	18	50
23	2	TG	15	110	23	4	T	25	90
24	2	TL	11	40	24	2	T	21	150
25	3	S	20	160	25	3	T	21	130
26	2	TL	12	30	26	2	TG	23	130
27	3	T	14	140	27	3	TG	20	60
28	1	S	18	150	28	2	BD	21	90
29	2	TG	17	350	29	2	U	20	110
30	3	T	16	90	30	4	TG	19	100
31	2	TL	14	70					
TGL.	JULI 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	TG	17	120	1	3	TG	20	40
2	4	T	21	110	2	4	T	21	120
3	4	T	18	120	3	4	S	24	80
4	3	TG	21	120	4	3	T	25	120
5	3	T	18	120	5	5	T	23	160
6	3		16	20	6	4	TG	20	90
7	4	T	16	100	7	3	T	18	90
8	4	T	21	180	8	3	T	20	120
9	3	T	21	90	9	4	T	16	120
10	3	T	19	90	10	5	T	20	130
11	3	TL	18	100	11	3	TG	18	110
12	4	T	23	60	12	4	T	19	150
13	2	T	18	100	13	4	T	18	80
14	3	T	17	110	14	4	T	21	130
15	2	S	17	60	15	5	T	21	110
16	4	TG	20	80	16	5	TG	22	150
17	3	TG	19	80	17	6	T	23	100
18	4	T	19	130	18	6	TG	23	130
19	3	T	15	120	19	3	T	20	100
20	3	T	16	80	20	4	T	16	100
21	4	T	16	90	21	4	T	20	130
22	4	TG	20	70	22	4	T	24	120
23	3	TG	26	140	23	4	TG	22	140
24	3	T	17	60	24	5	TG	22	120
25	3	T	20	100	25	4	T	23	160
26	3	TG	18	100	26	3	TG	22	170
27	3	T	18	110	27	3	TG	20	120
28	4	T	18	110	28	3	T	18	100
29	4	TG	18	80	29	4	T	16	110
30	3	T	18	140	30	4	TG	17	120
31	3	TG	18	200	31	4	T	20	160

TGL.	SEPTEMBER 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	16	100	1	3	T	24	160
2	5	T	20	40	2	4	TG	25	110
3	3	T	14	60	3	4	T	22	130
4	3	TG	17	130	4	4	TG	22	100
5	4	T	18	110	5	4	T	26	70
6	4	TG	20	90	6	4	T	23	120
7	5	TG	23	100	7	4	T	23	60
8	5	TG	27	90	8	4	TG	27	60
9	5	T	24	130	9	3	T	21	110
10	5	T	33	120	10	3	TG	22	120
11	3	T	30	320	11	4	TG	20	140
12	4	TG	25	120	12	4	TG	26	120
13	4	TG	19	120	13	4	TG	27	120
14	3	T	22	150	14	3	T	18	110
15	4	TG	21	130	15	3	TG	20	60
16	5	TG	23	130	16	4	T	24	110
17	5	T	23	120	17	4	T	24	100
18	4	TG	28	90	18	5	T	28	120
19	3	TG	23	110	19	4	T	23	80
20	4	T	27	110	20	5	T	27	110
21	4	TG	21	80	21	5	T	22	140
22	3	T	19	130	22	4	T	27	130
23	3	T	20	90	23	4	TG	29	120
24	4	T	22	110	24	4	T	26	130
25	3	TG	21	130	25	4	T	23	150
26	3	U	19	140	26	5	T	24	80
27	3	U	20	110	27	3	T	20	110
28	3	T	21	140	28	3	T	6	110
29	4	T	26	110	29	5	TG	21	120
30	3	U	24	100	30	4	T	25	110
31					31	3	T	19	40
TGL.	NOPEMBER 2006 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2006 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	TL	18	110	1	2	TL	20	40
2	4	T	19	130	2	4	T	22	160
3	2	T	20	110	3	2	U	12	360
4	3	T	18	130	4	3	U	14	340
5	3	T	19	130	5	2	TL	16	330
6	3	T	25	100	6	2	TL	26	50
7	2	T	23	360	7	3	U	17	30
8	3	T	23	10	8	2	U	14	10
9	4	T	29	80	9	3	S	15	90
10	2	TG	17	130	10	3	T	11	360
11	3	U	22	40	11	3	TG	16	80
12	4	T	23	70	12	2	T	17	30
13	4	T	19	60	13	3	U	14	300
14	4	TG	24	100	14	2	U	13	40
15	4	T	25	80	15	3	U	13	360
16	4	TG	23	110	16	2	TL	15	30
17	3	U	26	70	17	2	U	12	320
18	4	TG	31	350	18	3	S	9	170
19	6	TG	28	90	19	2	U	13	80
20	4	TG	28	90	20	2	S	19	330
21	4	T	27	110	21	2	S	19	330
22	3	T	22	50	22	2	S	17	20
23	4	T	27	10	23	2	U	19	340
24	3	T	16	40	24	3	B	18	30
25	4	TG	18	70	25	2	U	15	320
26	4	T	17	50	26	2	S	17	40
27	2	U	14	340	27	2	S	16	30
28	3	U	18	350	28	3	U	16	360
29	3	T	17	100	29	3	B	19	150
30	3	T	18	150	30	4	B	21	280
31					31	3	B	17	150

TGL.	JANUARI 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	PEBRUARI 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	B	18	280	1	3	BL	19	160
2	3	BD	17	310	2	3	BL	19	330
3	3	B	14	310	3	3	BD	21	320
4	2	S	12	260	4	2	B	21	350
5	2	TG	14	290	5	2	S	18	330
6	3	U	15	310	6	2	B	18	310
7	2	U	13	360	7	3	U	13	320
8	3	U	18	340	8	2	BL	12	40
9	3	U	12	260	9	2	S	19	160
10	2	U	12	110	10	2	U	18	310
11	3	U	12	30	11	3	U	16	80
12	2	U	16	360	12	2	TL	17	10
13	4	U	15	150	13	3	TL	18	60
14	3	U	21	160	14	2	TL	15	30
15	3	U	16	50	15	2	BL	15	10
16	3	U	17	350	16	2	BD	19	330
17	3	TL	18	170	17	2	BD	20	100
18	2	TL	14	30	18	2	TL	16	350
19	3	S	15	340	19	3	U	19	350
20	2	T	17	40	20	3	U	21	20
21	2	S	22	60	21	2	U	19	10
22	2	B	14	310	22	2	U	16	30
23	2	BL	21	130	23	2	S	18	20
24	2	U	10	300	24	3	U	18	320
25	3	U	28	80	25	2	B	18	340
26	2	U	14	200	26	2	BL	20	340
27	2	U	13	120	27	3	BL	19	180
28	3	B	17	150	28	4	B	19	320
29	2	B	17	330	29				
30	3	U	22	170	30				
31	3	B	19	20	31				
TGL.	MARET 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	4	U	20	330	1	2	U	18	30
2	5	BL	26	310	2	2	U	18	40
3	2	B	22	340	3	2	U	19	350
4	3	B	13	270	4	3	TL	18	70
5	4	B	21	360	5	4	T	25	80
6	4	BL	26	360	6	4	T	29	130
7	4	B	30	340	7	2	TL	14	110
8	4	BL	27	330	8	2	T	17	110
9	3	BL	25	340	9	3	TL	21	110
10	4	BL	26	300	10	2	S	18	130
11	4	U	23	360	11	2	S	16	40
12	3	U	17	20	12	3	U	8	200
13	2	BL	18	10	13	2	U	11	30
14	2	S	21	180	14	2	BD	13	290
15	3	S	21	160	15	1	S	10	20
16	2	B	45	170	16	1	TG	14	90
17	2	U	17	320	17	2	T	12	360
18	3	BL	20	10	18	3	S	15	120
19	4	U	21	30	19	1	BD	15	50
20	3	U	17	310	20	3	U	16	20
21	3	BL	19	340	21	1	TG	12	310
22	3	BL	24	320	22	2	U	12	340
23	3	BD	24	240	23	2	B	14	150
24	2	B	15	360	24	2	TG	15	350
25	3	U	22	10	25	1	T	17	80
26	4	U	27	20	26	2	S	17	10
27	3	U	18	360	27	2	U	18	340
28	2	BL	24	320	28	2	T	15	100
29	3	U	25	350	29	4	T	17	110
30	2	BL	24	120	30	2	T	18	10
31	2	U	20	20	31				

TGL.	MEI 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	16	120	1	3	T	19	150
2	3	T	16	120	2	3	T	7	110
3	4	T	20	160	3	6	T	27	70
4	4	T	21	80	4	5	T	27	140
5	2	T	16	80	5	3	U	20	70
6	2	T	13	100	6	2	TG	8	140
7	4	TG	26	90	7	3	U	27	150
8	4	T	20	130	8	3	TG	21	100
9	4	T	23	70	9	2	T	20	110
10	4	T	20	110	10	3	T	25	130
11	4	TG	23	130	11	4	TG	27	150
12	4	T	19	100	12	3	TG	19	120
13	4	T	21	120	13	2	TG	16	120
14	3	T	18	140	14	3	TG	20	120
15	2	TG	15	120	15	2	TL	15	80
16	2	S	12	20	16	4	T	22	150
17	3	T	21	100	17	2	TL	15	90
18	2	TG	17	90	18	3	U	17	10
19	3	T	18	140	19	2	U	14	360
20	3	TG	22	80	20	2	U	11	40
21	3	T	22	180	21	3	TG	19	90
22	4	TG	26	170	22	3	TG	18	100
23	4	TG	24	100	23	3	T	21	120
24	4	T	29	150	24	2	U	5	190
25	4	TG	27	100	25	3	TG	17	120
26	3	T	25	110	26	3	T	18	80
27	2	U	6	110	27	3	TG	16	100
28	2	T	20	20	28	3	TG	20	70
29	5	T	24	110	29	2	TG	11	10
30	3	T	21	100	30	3	U	15	360
31	3	S	20	100					
TGL.	JULI 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	S	14	60	1	4	TG	25	130
2	3	TG	16	60	2	4	S	24	100
3	3	TG	15	130	3	3	TG	19	160
4	4	S	17	110	4	4	T	21	120
5	4	TG	19	140	5	5	T	26	90
6	4	TG	15	130	6	4	T	25	110
7	5	T	20	90	7	4	T	30	100
8	3	T	8	120	8	4	TG	22	120
9	4	TG	19	80	9	4	TG	25	120
10	3	T	15	90	10	5	TG	26	150
11	2	T	19	120	11	5	TG	26	90
12	3	T	15	130	12	3	TG	23	130
13	5	T	20	140	13	5	TG	17	80
14	6	TG	24	140	14	4	TG	17	140
15	5	TG	28	140	15	3	TG	19	130
16	6	TG	26	70	16	4	TG	20	140
17	6	T	28	130	17	4	TG	17	80
18	6	T	32	120	18	4	T	18	130
19	5	T	29	80	19	6	T	17	130
20	5	T	28	100	20	4	TG	17	130
21	4	TG	28	120	21	4	T	16	140
22	5	TG	26	140	22	4	TG	14	100
23	3	TG	26	150	23	3	T	15	40
24	3	TG	24	150	24	3	T	15	90
25	2	T	15	80	25	4	T	16	90
26	2	T	17	150	26	4	T	15	140
27	3	T	19	110	27	5	TG	16	100
28	3	T	26	140	28	4	T	17	120
29	4	TG	23	110	29	3	TG	18	150
30	3	T	19	120	30	4	TG	18	150
31	3	TG	23	150	31	4	TG	19	120

TGL.	SEPTEMBER 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	6	TG	21	140	1	4	TG	29	100
2	6	TG	17	170	2	4	TG	22	120
3	4	TG	15	100	3	4	TG	33	140
4	4	T	14	150	4	5	TG	30	140
5	3	TG	20	130	5	5	TG	27	150
6	5	TG	29	110	6	4	TG	22	120
7	4	S	30	150	7	4	T	20	120
8	4	T	26	50	8	4	TG	27	150
9	3	TG	20	120	9	2	U	18	120
10	3	T	20	130	10	3	S	20	170
11	4	T	19	90	11	4	TG	25	130
12	3	TG	24	140	12	4	T	23	140
13	4	TG	24	120	13	3	TG	25	200
14	4	TG	25	120	14	3	TG	21	120
15	5	T	26	110	15	4	TG	23	140
16	4	TG	23	60	16	4	TG	20	150
17	4	TG	23	80	17	4	TG	21	130
18	4	TG	24	160	18	3	T	22	120
19	2	T	17	150	19	4	TG	18	120
20	3	TG	20	90	20	4	TG	22	150
21	4	TG	19	130	21	6	TG	29	130
22	3	S	16	120	22	4	T	29	110
23	4	TG	16	100	23	3	T	23	130
24	4	TG	22	110	24	2	U	16	40
25	4	T	14	130	25	3	TG	21	130
26	4	TG	20	130	26	4	T	21	130
27	3	TG	17	150	27	4	T	17	130
28	4	TG	16	130	28	2	TL	21	30
29	2	T	17	130	29	3	T	27	360
30	3	TG	17	140	30	1	U	11	30
31					31	1	S	12	110
TGL.	NOPEMBER 2007 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2007 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	T	16	10	1	2	U	15	30
2	1	S	11	330	2	2	U	19	50
3	2	T	18	90	3	2	U	23	20
4	2	U	16	120	4	1	B	18	340
5	2	TL	18	360	5	2	S	21	150
6	2	U	14	100	6	2	U	15	40
7	2	T	23	10	7	2	S	28	30
8	2	T	16	160	8	3	U	21	10
9	3	T	14	120	9	2	U	15	10
10	2	TG	22	300	10	3	U	12	20
11	2	U	16	120	11	2	B	13	20
12	2	U	13	350	12	2	S	13	360
13	2	T	17	40	13	1	U	13	20
14	3	S	24	10	14	2	TL	12	30
15	2	TL	21	30	15	2	TL	15	70
16	3	U	15	20	16	2	B	12	300
17	2	U	11	330	17	3	U	20	360
18	2	U	10	100	18	2	BL	20	160
19	3	U	13	340	19	2	S	16	180
20	2	TL	12	30	20	2	U	19	20
21	3	U	15	350	21	1	BL	15	360
22	3	TG	18	330	22	3	U	19	360
23	3	U	22	360	23	3	B	23	330
24	2	S	21	100	24	2	B	16	350
25	2	TL	20	150	25	2	B	32	180
26	3	TG	18	130	26	1	U	15	280
27	3	T	19	100	27	4	B	29	300
28	3	S	28	170	28	5	B	33	310
29	2	T	13	70	29	4	B	16	300
30	2	TL	27	180	30	4	BL	16	350
31					31	3	B	16	350

TGL.	JANUARI 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	PEBRUARI 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	BL	21	330	1	4	U	21	20
2	3	B	19	340	2	4	U	23	310
3	3	BL	18	300	3	3	BL	21	30
4	3	BL	21	290	4	4	B	19	310
5	4	BD	15	350	5	4	U	25	250
6	2	U	13	360	6	3	BL	25	350
7	2	BL	29	260	7	3	B	21	350
8	2	BL	20	180	8	5	BL	29	290
9	2	U	17	190	9	4	B	26	280
10	3	TL	16	20	10	4	BL	33	330
11	3	BL	18	10	11	5	BL	23	330
12	4	BL	15	350	12	4	B	21	330
13	4	BL	23	230	13	4	BL	21	330
14	3	BL	20	310	14	4	BL	25	290
15	4	BL	25	160	15	4	B	18	350
16	4	BL	18	10	16	3	B	21	260
17	4	BL	22	30	17	3	B	18	320
18	4	BL	18	20	18	2	B	24	340
19	3	BL	13	20	19	3	B	15	260
20	3	TL	14	120	20	3	B	19	280
21	3	U	15	80	21	2	B	17	310
22	3	T	17	150	22	4	BL	20	10
23	2	S	15	350	23	4	U	17	290
24	3	T	19	50	24	3	U	18	10
25	3	U	20	30	25	2	U	17	10
26	2	U	15	50	26	2	U	22	330
27	3	BL	15	160	27	2	BL	19	260
28	2	U	19	350	28	2	S	14	360
29	3	U	15	320	29	2	S	15	20
30	4	U	27	10	30				
31	2	U	16	360	31				
TGL.	MARET 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	U	12	100	1	2	T	14	120
2	2	U	14	10	2	2	U	13	20
3	1	U	18	130	3	3	U	15	10
4	1	U	14	20	4	3	U	17	30
5	2	BD	13	50	5	2	U	19	20
6	2	S	12	120	6	2	S	16	60
7	2	S	12	10	7	3	T	15	80
8	2	TL	16	10	8	2	S	18	160
9	3	U	16	20	9	2	U	16	20
10	2	TL	12	30	10	3	TG	20	110
11	2	TL	14	40	11	3	T	19	50
12	2	TL	17	30	12	4	TG	17	140
13	1	S	14	10	13	3	T	11	150
14	2	S	16	30	14	3	T	14	120
15	2	U	12	340	15	3	T	17	120
16	1	B	17	20	16	3	T	16	150
17	2	U	21	60	17	3	T	15	130
18	2	U	25	10	18	4	TG	16	100
19	3	U	16	360	19	2	T	15	100
20	3	U	18	10	20	2	S	12	110
21	2	U	16	170	21	2	TG	14	10
22	2	S	11	30	22	3	U	16	10
23	3	S	13	10	23	2	TG	12	40
24	2	U	10	20	24	2	TG	18	130
25	2	S	15	30	25	2	TG	14	140
26	3	S	15	10	26	2	T	11	140
27	2	U	15	10	27	2	T	13	110
28	2	BL	17	310	28	3	T	14	50
29	3	U	18	180	29	4	T	13	110
30	2	TG	15	90	30	2	S	26	10
31	2	U	26	190	31				

TGL.	MEI 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	S	18	150	1	2	TG	16	110
2	2	T	15	130	2	3	TG	21	100
3	2	TL	10	50	3	2	TG	19	120
4	2	T	14	140	4	2	TG	17	90
5	2	S	18	150	5	3	T	24	120
6	3	T	16	120	6	3	T	18	100
7	4	TG	20	130	7	3	TG	19	100
8	2	T	15	110	8	2	TG	17	120
9	3	U	19	130	9	2	U	18	40
10	3	T	13	150	10	3	B	16	120
11	3	TG	19	100	11	3	T	14	140
12	2	T	13	150	12	2	T	14	120
13	3	T	17	90	13	6	TG	20	140
14	3	TG	18	110	14	3	TG	21	50
15	3	T	18	130	15	1	T	11	100
16	2	T	18	130	16	2	TG	11	130
17	4	T	18	100	17	3	TG	13	150
18	3	TG	23	100	18	3	TG	14	170
19	4	T	18	90	19	2	TG	13	80
20	3	T	21	110	20	3	T	13	100
21	3	T	20	140	21	5	TG	14	100
22	3	TG	21	140	22	3	TG	18	140
23	4	TG	21	130	23	5	T	19	130
24	3	TG	16	110	24	5	T	18	90
25	3	TG	23	160	25	4	T	17	130
26	4	T	21	110	26	3	T	20	70
27	3	T	18	100	27	4	T	15	170
28	5	TG	22	140	28	3	T	13	110
29	4	TG	24	120	29	3	TG	13	100
30	3	TG	21	130	30	3	TG	14	100
31	2	T	19	110					
TGL.	JULI 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	16	100	1	6	TG	24	100
2	2	TG	14	110	2	5	TG	23	60
3	3	T	15	160	3	4	TG	25	130
4	3	T	15	110	4	3	U	25	150
5	4	TG	21	130	5	4	TG	23	120
6	3	TG	16	140	6	4	TG	27	90
7	4	TG	15	130	7	8	T	30	130
8	6	T	19	130	8	4	TG	30	110
9	4	TG	18	90	9	6	TG	30	150
10	3	S	15	110	10	4	T	20	120
11	3	TG	14	110	11	5	TG	22	70
12	3	TG	14	170	12	5	TG	25	170
13	4	TG	17	120	13	4	T	25	120
14	4	TG	16	100	14	7	TG	25	70
15	3	TL	15	120	15	5	TG	25	120
16	3	TG	14	110	16	4	T	25	210
17	5	T	23	90	17	3	TG	22	100
18	3	TG	15	140	18	4	TG	24	90
19	3	TG	16	60	19	5	TG	27	120
20	3	T	22	130	20	5	TG	24	110
21	2	U	20	110	21	5	TG	29	130
22	4	TL	18	100	22	3	TG	26	110
23	3	T	20	130	23	4	T	27	120
24	4	TG	21	130	24	4	TG	27	90
25	4	TG	20	110	25	4	T	20	130
26	3	T	16	130	26	5	T	26	130
27	3	TG	16	120	27	6	T	27	130
28	3	T	20	100	28	5	TG	23	130
29	4	T	14	130	29	3	T	17	110
30	5	TG	28	120	30	4	TG	19	130
31	4	TG	27	140	31	3	T	20	120

TGL.	SEPTEMBER 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	4	TG	26	80	1	3	TG	17	110
2	5	TG	33	130	2	3	T	18	90
3	3	TG	20	170	3	4	TG	20	110
4	3	TG	23	100	4	5	TG	18	170
5	4	TG	23	100	5	4	TG	18	140
6	3	T	19	160	6	3	TG	18	160
7	3	T	22	110	7	4	TG	19	150
8	2	TG	18	120	8	3	T	16	90
9	4	TG	23	130	9	3	TG	16	120
10	5	TG	33	20	10	5	T	25	100
11	4	TG	32	140	11	6	T	29	80
12	5	TG	28	140	12	5	TG	29	90
13	4	TG	26	110	13	2	TG	25	20
14	3	TG	17	100	14	3	TG	23	110
15	4	TG	25	170	15	4	TG	24	150
16	3	T	26	110	16	3	TG	23	120
17	3	TG	20	100	17	3	U	18	110
18	4	TG	22	110	18	4	TG	24	140
19	4	TG	27	140	19	6	TG	28	90
20	4	TG	20	140	20	5	T	23	110
21	3	S	19	30	21	4	T	28	320
22	3	TG	22	110	22	4	TG	23	120
23	3	T	19	70	23	3	U	16	70
24	2	U	13	100	24	2	U	17	10
25	4	T	28	140	25	2	TL	18	30
26	4	TG	19	90	26	3	U	16	150
27	4	TG	21	140	27	1	TG	14	350
28	6	TG	27	120	28	2	TL	16	30
29	5	TG	17	140	29	3	T	19	30
30	4	TG	19	110	30	2	T	15	90
31					31	3	TG	16	150
TGL.	NOPEMBER 2008 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2008 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	TL	17	10	1	2	U	10	330
2	3	TG	19	340	2	2	U	11	110
3	2	T	25	20	3	2	T	12	110
4	2	T	16	90	4	2	U	10	110
5	3	TG	18	120	5	2	U	10	350
6	2	T	14	20	6	2	U	13	210
7	2	T	17	90	7	2	U	16	40
8	3	T	16	40	8	3	B	11	50
9	2	TG	16	10	9	2	S	12	150
10	3	TG	21	30	10	2	S	20	340
11	2	T	22	50	11	2	S	13	350
12	2	BD	17	360	12	2	BD	12	10
13	2	U	21	360	13	1	BD	11	10
14	2	S	10	30	14	2	S	12	260
15	1	U	16	120	15	3	BL	13	320
16	2	TL	9	140	16	2	B	31	160
17	3	TG	12	110	17	2	BL	13	170
18	3	U	11	10	18	3	B	15	330
19	1	S	19	340	19	1	B	12	260
20	2	U	11	360	20	3	BD	19	330
21	3	U	14	30	21	3	BL	15	310
22	3	U	13	20	22	2	BL	16	330
23	2	U	10	340	23	3	U	19	280
24	1	S	9	70	24	3	BL	13	210
25	2	U	14	300	25	2	S	21	190
26	3	U	12	110	26	3	B	24	10
27	2	U	11	40	27	3	BL	22	140
28	3	U	11	150	28	3	U	18	350
29	3	TL	12	160	29	3	U	18	360
30	2	T	10	10	30	2	BD	18	20
31					31	3	U	18	360

TGL.	JANUARI 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	PEBRUARI 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	B	24	330	1	3	B	20	280
2	2	U	19	70	2	3	B	24	280
3	2	U	18	80	3	3	B	19	240
4	3	U	12	350	4	4	B	23	80
5	2	U	16	340	5	4	BL	28	320
6	3	B	17	310	6	5	BL	23	320
7	2	BL	19	270	7	4	B	22	290
8	2	B	27	260	8	2	BL	15	300
9	4	BL	24	330	9	2	BL	16	310
10	4	B	25	140	10	2	BL	14	110
11	3	BL	27	330	11	2	B	20	360
12	3	U	22	310	12	4	B	17	310
13	4	BL	23	290	13	4	U	16	330
14	4	B	23	320	14	4	U	14	10
15	5	B	25	300	15	3	U	21	10
16	5	B	33	210	16	3	U	23	340
17	3	B	21	270	17	3	U	20	340
18	4	BL	31	10	18	2	U	15	30
19	4	BL	22	300	19	3	U	18	10
20	2	U	23	320	20	2	S	14	10
21	4	BL	19	300	21	2	U	14	20
22	4	U	23	350	22	2	U	15	10
23	3	U	22	360	23	3	U	17	340
24	3	U	17	320	24	2	U	16	10
25	3	U	23	340	25	2	BL	18	360
26	4	U	23	350	26	1	U	19	150
27	3	B	23	320	27	2	B	26	210
28	3	B	21	340	28	2	B	16	280
29	3	B	28	340					
30	3	B	21	270					
31	2	B	30	360					
TGL.	MARET 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	U	14	340	1	2	S	13	130
2	2	U	20	340	2	2	BD	25	340
3	2	U	15	360	3	2	TG	17	120
4	2	U	15	160	4	2	TG	25	120
5	2	U	14	110	5	2	T	17	110
6	3	U	13	20	6	2	TG	29	120
7	2	U	12	280	7	4	TG	30	140
8	2	BD	13	120	8	3	TG	26	110
9	3	U	12	360	9	3	T	28	150
10	2	U	13	30	10	3	T	21	120
11	4	T	20	130	11	3	TG	19	110
12	2	U	14	10	12	2	U	20	20
13	2	U	14	10	13	2	U	19	10
14	3	U	16	350	14	2	T	14	110
15	2	U	13	10	15	3	TL	22	110
16	2	U	15	350	16	3	U	18	10
17	3	B	13	10	17	2	U	17	120
18	3	U	16	10	18	2	U	16	0
19	3	U	16	360	19	2	U	17	50
20	3	T	17	290	20	3	U	22	30
21	2	T	17	100	21	2	U	18	10
22	2	S	20	350	22	1	U	18	20
23	2	TL	14	30	23	2	S	21	60
24	2	TL	13	110	24	2	U	22	80
25	3	TG	13	110	25	2	U	17	170
26	2	BD	20	360	26	2	U	20	350
27	2	TL	18	170	27	2	TG	15	30
28	2	TL	15	40	28	3	TG	24	130
29	2	T	11	100	29	3	T	18	30
30	3	S	10	310	30	2	TL	18	100
31	2	U	12	10	31				

TGL.	MEI 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	18	80	1	4	TG	17	150
2	3	TG	28	110	2	6	T	22	110
3	3	T	17	110	3	4	T	18	140
4	2	T	16	180	4	2	T	13	70
5	3	TG	19	140	5	2	T	13	110
6	3	TG	23	70	6	4	T	17	110
7	2	T	17	60	7	4	TG	17	100
8	3	TG	30	30	8	3	T	17	110
9	3	TG	26	80	9	2	TG	16	150
10	2	TG	27	330	10	3	TG	14	100
11	4	TG	22	140	11	4	TG	16	210
12	2	BD	22	260	12	3	TG	17	170
13	2	T	10	110	13	2	T	13	100
14	2	T	8	100	14	2	T	12	30
15	2	TG	10	120	15	3	T	18	200
16	1	S	10	100	16	3	T	17	140
17	2	S	12	360	17	4	T	19	160
18	2	U	11	10	18	6	T	20	120
19	1	T	10	20	19	3	T	19	80
20	1	S	18	140	20	4	TG	16	160
21	2	T	18	50	21	3	U	11	90
22	2	T	13	140	22	3	T	12	110
23	2	T	16	170	23	2	T	12	120
24	3	TG	15	40	24	3	T	12	70
25	3	S	19	130	25	3	T	14	120
26	2	TG	16	100	26	3	TG	14	130
27	2	T	18	110	27	3	U	15	120
28	2	TG	15	130	28	3	T	21	110
29	3	TG	19	80	29	3	T	20	120
30	3	TG	14	130	30	4	T	21	110
31	3	TG	19	40					
TGL.	JULI 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	20	90	1	4	T	15	70
2	3	T	19	120	2	4	T	15	150
3	3	T	16	110	3	4	T	25	120
4	4	T	23	70	4	4	T	25	90
5	5	T	30	110	5	4	T	22	150
6	3	T	19	110	6	3	TG	20	100
7	3	TG	19	110	7	3	T	24	140
8	3	U	17	20	8	3	T	17	100
9	3	TL	14	110	9	5	T	22	140
10	3	T	28	80	10	5	T	27	150
11	3	T	26	110	11	3	T	21	100
12	4	T	29	90	12	5	T	25	210
13	3	U	18	120	13	3	TG	20	80
14	3	T	19	100	14	4	TG	22	80
15	2	T	21	70	15	3	TG	14	200
16	3	T	23	100	16	4	T	18	120
17	5	T	32	130	17	4	T	15	110
18	3	T	19	130	18	7	TG	24	120
19	3	TG	19	150	19	5	TG	22	120
20	4	TG	27	120	20	4	TG	19	70
21	3	T	22	130	21	3	T	15	110
22	4	TG	21	70	22	3	TG	17	80
23	2	T	15	110	23	4	TG	17	100
24	2	T	19	110	24	3	T	21	50
25	4	T	17	90	25	3	T	19	120
26	5	T	22	120	26	4	TG	18	110
27	3	T	13	130	27	3	T	20	100
28	4	T	24	110	28	3	TG	16	120
29	4	T	30	130	29	4	T	22	120
30	4	T	14	40	30	4	TG	22	150
31	4	T	17	100	31	4	T	19	130

TGL.	SEPTEMBER 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	17	150	1	4	TG	20	140
2	3	T	24	120	2	4	S	25	120
3	3	TG	18	90	3	3	TG	19	90
4	4	T	19	110	4	4	TG	21	130
5	4	TG	19	140	5	3	T	19	130
6	3	T	20	80	6	3	T	25	120
7	3	TL	12	60	7	4	T	17	110
8	4	T	18	120	8	3	TG	16	100
9	2	T	13	80	9	3	T	17	150
10	4	T	15	110	10	4	TG	19	160
11	4	TG	17	120	11	5	T	32	150
12	4	TG	31	110	12	5	T	25	110
13	4	T	32	80	13	3	U	21	360
14	6	TG	28	110	14	2	TL	14	20
15	5	T	19	120	15	3	U	14	50
16	3	T	20	70	16	3	T	20	110
17	4	TG	21	100	17	4	TG	24	110
18	4	TG	21	120	18	6	TG	30	70
19	3	TG	20	110	19	6	TG	30	120
20	3	T	18	110	20	4	TG	22	110
21	3	TG	17	70	21	3	TG	19	90
22	2	TG	19	100	22	4	U	22	110
23	3	T	19	140	23	3	T	15	120
24	2	U	18	120	24	3	TG	19	10
25	3	TG	16	80	25	5	TG	21	30
26	4	TG	21	60	26	5	TG	23	130
27	3	TG	17	100	27	3	T	23	130
28	3	T	18	120	28	4	T	26	130
29	3	TG	22	140	29	4	T	20	130
30	3	TG	20	90	30	3	TG	20	180
31					31	4	TG	19	120
TGL.	NOPEMBER 2009 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2009 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	5	TG	20	90	1	3	U	10	110
2	5	T	23	120	2	2	U	10	100
3	6	T	24	130	3	3	U	15	150
4	6	TG	30	170	4	2	U	14	70
5	5	TG	27	110	5	2	U	19	20
6	4	TG	28	150	6	3	U	19	40
7	4	T	21	90	7	3	T	15	30
8	3	TG	17	120	8	2	U	15	10
9	5	T	25	90	9	2	B	19	360
10	4	T	20	110	10	2	U	15	340
11	5	TG	26	120	11	3	U	21	10
12	6	T	27	120	12	3	BL	22	330
13	2	TL	18	10	13	2	U	23	160
14	2	U	18	30	14	3	U	19	110
15	2	S	16	40	15	2	S	18	340
16	2	U	17	30	16	2	BL	20	160
17	2	BL	24	20	17	2	U	13	340
18	2	BD	21	50	18	2	U	12	90
19	3	U	19	20	19	2	U	14	330
20	2	S	17	10	20	3	U	18	10
21	2	S	16	40	21	3	BL	16	330
22	2	S	15	160	22	3	U	13	20
23	2	U	12	360	23	2	S	11	50
24	3	U	17	60	24	2	S	14	360
25	2	BL	18	20	25	2	U	22	10
26	2	U	19	350	26	3	U	20	360
27	1	S	14	330	27	2	U	12	350
28	2	U	14	20	28	2	U	13	340
29	2	BL	19	330	29	2	U	15	10
30	2	U	14	50	30	1	BD	11	30
31					31	2	U	10	360

TGL.	JANUARI 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	PEBRUARI 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	1	TG	15	360	1	2	BL	13	340
2	2	U	14	40	2	2	B	19	150
3	2	T	18	330	3	3	BL	15	170
4	1	B	21	160	4	2	U	14	30
5	2	U	21	230	5	2	U	12	350
6	3	BD	25	140	6	2	S	16	310
7	1	TL	17	360	7	1	U	13	10
8	2	B	15	330	8	2	TG	17	350
9	2	S	24	340	9	3	T	21	280
10	1	B	21	180	10	4	T	18	30
11	2	B	23	20	11	3	U	15	330
12	3	BD	22	280	12	3	TG	14	330
13	4	B	28	260	13	2	U	22	340
14	4	B	24	360	14	2	U	14	10
15	4	B	21	290	15	2	U	16	40
16	5	B	24	320	16	2	S	17	40
17	4	B	21	250	17	2	U	16	340
18	3	B	17	320	18	2	S	14	360
19	3	BL	19	340	19	3	S	30	20
20	2	BD	15	350	20	2	B	20	150
21	2	U	14	350	21	3	U	15	340
22	3	U	12	10	22	3	S	18	350
23	2	BD	24	170	23	2	TL	15	40
24	2	S	19	350	24	1	B	13	110
25	2	S	19	340	25	2	U	18	360
26	2	B	20	360	26	2	U	20	350
27	3	BL	17	140	27	2	B	17	180
28	3	U	14	300	28	3	B	17	350
29	2	B	17	10					
30	2	B	18	190					
31	2	BL	13	290					
TGL.	MARET 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	1	S	18	110	1	2	S	18	150
2	2	S	12	130	2	2	U	12	200
3	2	U	12	340	3	1	S	15	360
4	2	U	12	40	4	1	S	9	10
5	3	U	16	350	5	1	S	24	160
6	2	S	13	340	6	2	T	10	10
7	2	U	17	340	7	2	TL	16	350
8	2	U	14	20	8	2	BL	14	50
9	3	U	15	20	9	1	S	11	340
10	2	U	21	40	10	2	U	11	10
11	1	S	12	30	11	2	S	15	10
12	2	S	14	80	12	1	TG	12	80
13	4	TG	16	110	13	2	U	14	350
14	3	TL	14	10	14	1	S	21	20
15	2	S	21	40	15	2	S	19	350
16	2	U	13	360	16	2	S	18	330
17	3	U	19	20	17	2	U	19	360
18	2	U	14	340	18	2	B	12	160
19	1	TG	12	50	19	1	U	11	310
20	2	U	15	40	20	1	B	11	230
21	2	U	13	10	21	1	B	13	330
22	2	S	13	210	22	2	S	14	360
23	3	U	17	150	23	3	S	14	340
24	2	TG	16	30	24	3	U	17	350
25	2	T	28	10	25	1	S	12	10
26	1	S	12	10	26	2	TG	13	150
27	1	S	18	360	27	2	S	21	20
28	2	U	16	340	28	1	S	15	60
29	2	U	14	350	29	2	TG	14	350
30	2	U	16	330	30	1	T	14	80
31	1	S	15	60					

TGL.	MEI 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	3	T	21	150	1	3	TG	22	130
2	2	T	17	20	2	2	T	18	140
3	5	TG	27	120	3	2	T	17	20
4	3	T	24	150	4	2	T	20	90
5	2	TG	14	120	5	2	TG	16	160
6	3	T	23	110	6	2	TL	15	60
7	5	T	14	140	7	1	S	20	30
8	1	TG	24	60	8	1	T	16	100
9	2	T	15	120	9	1	TG	15	130
10	2	TG	14	10	10	2	TG	19	20
11	2	T	19	20	11	2	T	19	110
12	2	T	14	90	12	1	TG	20	110
13	2	T	15	180	13	3	S	19	40
14	2	T	14	120	14	1	TG	18	360
15	1	T	14	120	15	1	TL	16	120
16	2	BL	31	320	16	2	U	15	20
17	1	U	15	350	17	2	BL	13	340
18	2	TG	15	360	18	3	T	16	60
19	2	TL	14	320	19	2	TG	17	110
20	2	T	14	150	20	2	T	16	20
21	1	U	12	350	21	4	T	30	90
22	2	TL	16	120	22	3	T	30	170
23	2	U	15	200	23	3	TG	21	130
24	2	S	13	350	24	3	T	20	160
25	2	U	17	330	25	1	S	14	30
26	2	S	18	10	26	3	TG	20	110
27	1	S	12	40	27	4	T	26	110
28	2	TG	22	140	28	3	T	26	110
29	2	U	17	340	29	2	T	15	320
30	2	U	21	100	30	4	T	18	100
31	3	TG	20	150					
TGL.	JULI 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	4	TG	20	70	1	2	T	21	90
2	3	T	24	10	2	3	T	19	120
3	2	T	20	30	3	3	T	22	100
4	2	B	15	340	4	3	T	14	10
5	1	U	15	110	5	2	S	18	90
6	1	T	11	10	6	3	TG	22	90
7	2	T	15	130	7	4	TG	22	70
8	2	TG	14	60	8	3	T	30	120
9	2	TG	18	130	9	4	T	23	210
10	2	TG	13	100	10	7	T	20	110
11	3	T	22	120	11	5	T	26	100
12	2	T	22	20	12	6	T	25	150
13	3	T	15	90	13	4	T	26	120
14	3	T	13	110	14	4	T	22	120
15	6	T	15	130	15	4	T	24	120
16	4	TG	16	130	16	3	TL	15	100
17	3	T	12	70	17	2	T	15	20
18	2	T	14	90	18	4	TG	18	130
19	2	TL	12	70	19	3	T	18	100
20	2	T	13	100	20	2	TL	16	30
21	3	TG	13	150	21	2	B	15	10
22	3	TG	13	80	22	2	T	11	340
23	2	T	12	60	23	2	T	13	140
24	3	T	12	130	24	2	T	13	30
25	4	TG	18	120	25	3	TG	23	130
26	4	T	20	120	26	3	T	20	20
27	2	T	16	110	27	2	T	15	90
28	1	T	11	80	28	4	TG	20	110
29	2	TG	18	130	29	5	T	17	90
30	4	TG	23	110	30	4	T	18	110
31	3	TG	20	120	31	4	TG	20	120

TGL.	SEPTEMBER 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	4	T	17	120	1	3	TG	22	130
2	4	TG	22	120	2	6	T	34	70
3	3	T	17	100	3	5	T	24	110
4	2	T	15	60	4	3	TG	21	10
5	3	B	15	30	5	3	TG	18	140
6	2	BL	20	320	6	3	U	22	110
7	1	T	11	30	7	1	U	19	170
8	1	T	12	330	8	2	S	14	120
9	1	TG	7	100	9	1	TG	19	140
10	1	T	12	340	10	2	U	14	100
11	2	S	12	60	11	2	B	14	300
12	2	U	12	100	12	3	TG	19	140
13	2	TG	14	350	13	2	B	17	310
14	3	TG	12	130	14	3	U	16	330
15	2	T	25	60	15	2	S	23	320
16	2	S	24	130	16	4	T	13	60
17	1	T	23	110	17	3	T	12	60
18	3	TL	28	20	18	1	S	13	50
19	3	T	21	140	19	3	TL	12	20
20	3	T	20	10	20	2	TL	10	20
21	3	T	16	100	21	1	TL	17	360
22	2	T	25	100	22	2	TG	12	130
23	3	T	24	100	23	1	TG	21	350
24	3	T	22	100	24	2	S	16	330
25	2	T	24	90	25	2	U	16	340
26	2	TG	15	120	26	2	T	26	40
27	3	TG	23	120	27	2	T	18	90
28	2	U	13	50	28	3	TG	21	130
29	2	U	18	140	29	2	U	20	340
30	2	U	17	340	30	1	S	20	50
					31	1	TG	17	50
TGL.	NOPEMBER 2010 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2010 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. TERBESAR	ARAH
1	2	B	18	120	1	2	U	22	20
2	2	T	20	360	2	2	U	21	330
3	2	U	17	320	3	2	BD	14	340
4	1	TL	14	350	4	3	B	14	330
5	1	BD	19	350	5	2	B	13	280
6	1	TG	14	350	6	2	B	14	350
7	1	U	23	330	7	3	B	18	330
8	2	T	16	40	8	2	BL	20	330
9	2	TG	23	100	9	2	BD	20	200
10	3	T	28	90	10	3	BL	14	350
11	3	T	29	340	11	2	B	27	280
12	2	T	24	330	12	1	S	18	220
13	3	BL	23	340	13	2	BL	21	330
14	2	U	16	300	14	3	BL	23	310
15	2	U	19	360	15	2	B	36	300
16	2	B	16	30	16	3	B	23	320
17	2	TL	18	70	17	3	B	29	280
18	2	U	14	70	18	3	BD	20	290
19	3	U	10	330	19	2	BL	17	320
20	2	U	12	100	20	1	B	10	320
21	2	U	13	10	21	1	BL	10	130
22	1	S	14	330	22	1	BL	11	250
23	1	TG	15	350	23	1	BD	15	140
24	2	TL	25	50	24	2	U	9	30
25	1	B	18	150	25	2	B	12	330
26	1	T	21	330	26	3	B	13	210
27	2	U	19	340	27	3	B	15	260
28	1	U	18	50	28	2	BD	18	270
29	2	B	11	40	29	1	B	22	270
30	2	S	11	350	30	3	BL	16	320
31					31	3	B	21	330

TGL.	JANUARI 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	FEBRUARI 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	6	TG	20	310	1	5	B	16	260
2	4	U	19	340	2	6	B	16	300
3	9	T	22	330	3	6	B	16	270
4	7	B	20	360	4	9	B	22	290
5	7	U	20	340	5	10	B	17	270
6	7	BD	16	330	6	10	BL	16	280
7	5	TL	15	260	7	9	BD	17	300
8	8	B	21	260	8	9	B	13	260
9	8	S	14	290	9	6	BL	17	300
10	14	B	25	280	10	4	BL	12	320
11	12	B	23	260	11	4	TG	13	300
12	11	BD	30	300	12	5	B	16	230
13	10	B	23	220	13	5	BL	13	340
14	9	B	18	190	14	4	BL	12	290
15	10	B	21	300	15	4	BD	14	340
16	9	B	21	290	16	8	BL	17	320
17	8	B	20	350	17	6	B	22	260
18	9	B	17	280	18	5	S	18	310
19	7	BL	16	300	19	7	B	16	310
20	7	BD	22	280	20	8	B	14	360
21	7	U	15	280	21	10	BL	17	310
22	7	U	17	260	22	6	BD	18	320
23	6	BD	17	270	23	5	TG	17	320
24	7	S	19	320	24	6	B	13	340
25	4	S	15	270	25	4	BD	14	270
26	8	B	16	310	26	5	BD	14	230
27	6	BL	15	330	27	7	B	13	270
28	6	U	16	310	28	6	B	18	290
29	5	B	15	240					
30	3	B	13	190					
31	7	BL	15	310					
TGL.	MARET 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	7	B	21	230	1	4	T	15	130
2	7	BD	13	280	2	4	B	11	150
3	11	B	17	310	3	5	BL	9	330
4	9	B	21	270	4	5	BL	13	210
5	7	BL	21	290	5	3	U	8	340
6	4	S	15	350	6	5	B	12	310
7	4	B	13	190	7	3	BD	11	230
8	3	S	11	330	8	2	B	6	270
9	5	BL	13	240	9	3	U	11	330
10	4	BL	11	330	10	4	B	12	210
11	4	S	12	130	11	5	B	13	240
12	4	B	12	210	12	3	TG	11	210
13	4	B	11	250	13	3	BD	10	320
14	4	TL	10	60	14	3	U	9	320
15	5	BL	10	320	15	4	U	11	130
16	3	T	11	270	16	4	U	10	320
17	4	BL	10	300	17	4	B	13	150
18	4	U	12	340	18	4	U	9	340
19	6	BL	13	240	19	4	BD	10	330
20	4	U	11	330	20	4	U	10	360
21	4	BL	11	310	21	5	U	11	340
22	4	BL	11	270	22	4	TG	9	270
23	4	BL	12	350	23	3	T	12	320
24	4	U	9	330	24	4	T	11	110
25	5	B	12	200	25	5	TG	15	40
26	4	B	11	310	26	5	T	15	10
27	7	BD	14	240	27	4	TG	9	40
28	6	B	13	300	28	5	T	10	350
29	6	B	12	340	29	4	T	11	110
30	6	B	13	320	30	3	T	13	360
31	5	T	12	310					

TGL.	MEI 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	4	S	11	340	1	9	T	18	110
2	3	S	12	110	2	9	T	16	120
3	4	U	9	270	3	11	T	21	120
4	4	TL	9	60	4	9	T	19	110
5	2	TG	6	320	5	6	T	12	50
6	4	BL	12	320	6	5	T	14	90
7	4	B	12	300	7	5	T	11	100
8	4	S	16	310	8	5	TL	11	70
9	7	T	14	40	9	7	T	14	80
10	5	T	14	90	10	7	T	15	100
11	6	T	18	130	11	7	T	16	110
12	4	T	15	120	12	6	T	14	100
13	2	T	8	70	13	6	T	14	120
14	3	T	9	110	14	5	T	14	90
15	1	T	9	180	15	7	T	16	90
16	4	T	9	360	16	7	T	18	120
17	2	T	6	140	17	7	T	15	110
18	4	T	9	130	18	6	T	15	130
19	8	T	15	100	19	8	T	19	140
20	8	T	14	120	20	8	T	16	110
21	7	T	19	130	21	8	TG	16	110
22	7	T	19	120	22	8	T	16	80
23	7	T	22	140	23	8	T	16	90
24	6	T	16	110	24	8	T	15	110
25	7	T	14	100	25	8	T	19	120
26	9	T	15	90	26	8	T	21	110
27	7	T	14	90	27	9	T	16	120
28	8	T	15	110	28	5	T	19	360
29	7	T	16	110	29	7	T	16	90
30	5	T	12	110	30	8	T	14	100
31	7	T	14	130					
TGL.	JULI 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	8	T	15	130	1	8	T	19	110
2	7	T	15	110	2	8	T	18	110
3	6	T	14	90	3	8	TG	18	100
4	7	T	14	150	4	7	T	16	110
5	8	T	19	110	5	6	T	14	90
6	8	T	18	110	6	8	T	21	120
7	7	T	16	110	7	7	T	16	110
8	7	T	15	110	8	9	T	15	110
9	8	T	14	110	9	8	T	14	90
10	8	T	14	90	10	7	T	14	90
11	9	T	16	120	11	6	U	11	10
12	12	T	22	120	12	8	T	15	90
13	9	TG	16	130	13	11	T	18	120
14	7	TG	15	110	14	11	T	16	120
15	7	T	15	110	15	10	TG	19	110
16	8	T	14	110	16	8	T	16	110
17	7	T	12	110	17	7	T	16	110
18	10	T	18	100	18	7	T	18	110
19	10	T	18	100	19	10	T	21	120
20	9	T	16	100	20	10	T	16	110
21	10	T	15	120	21	9	T	18	110
22	8	T	15	110	22	9	T	16	110
23	5	T	12	110	23	8	T	14	110
24	8	T	14	100	24	9	T	16	100
25	6	T	14	110	25	7	T	19	110
26	7	T	15	110	26	8	T	16	110
27	8	T	16	110	27	7	S	15	110
28	9	T	18	100	28	8	T	16	110
29	9	T	18	120	29	9	TG	16	110
30	10	T	19	100	30	7	T	16	130
31	8	T	16	100	31	7	T	15	120

TGL.	SEPTEMBER 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	10	TG	21	120	1	6	T	12	120
2	9	TG	18	120	2	7	TL	14	100
3	7	TG	16	120	3	7	T	19	80
4	7	TG	16	120	4	7	TG	16	120
5	9	TG	21	110	5	8	T	15	100
6	9	T	18	110	6	8	T	16	90
7	9	TG	18	110	7	7	T	15	120
8	7	T	15	120	8	8	T	15	130
9	8	T	15	110	9	5	U	9	340
10	9	T	19	110	10	7	TG	14	110
11	10	T	21	120	11	8	T	16	100
12	10	T	15	120	12	6	T	12	90
13	10	T	19	110	13	7	T	19	90
14	10	TG	21	110	14	7	T	15	80
15	9	TG	16	90	15	9	T	18	120
16	7	S	12	100	16	11	T	22	120
17	7	TG	15	100	17	10	TG	22	100
18	9	T	16	100	18	10	TG	21	110
19	8	TG	16	110	19	10	TG	22	120
20	7	TG	14	120	20	7	T	16	120
21	6	T	15	120	21	10	T	16	130
22	7	T	14	120	22	9	T	18	120
23	7	S	15	90	23	7	T	18	350
24	8	T	19	40	24	9	T	15	20
25	7	T	18	120	25	11	TG	19	110
26	7	S	14	120	26	7	T	18	120
27	7	TG	16	100	27	9	T	18	110
28	6	T	14	100	28	8	T	16	120
29	8	T	15	110	29	6	TL	22	40
30	7	T	15	110	30	6	T	14	120
					31	6	T	16	10
TGL.	NOPEMBER 2011 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2011 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	5	S	14	40	1	6	T	12	90
2	5	U	14	140	2	6	S	16	10
3	5	S	11	130	3	7	BL	18	190
4	6	U	15	180	4	5	BL	11	140
5	5	U	14	340	5	4	BL	16	320
6	4	S	15	350	6	5	S	15	150
7	6	S	14	350	7	5	BL	16	150
8	6	U	14	100	8	5	U	9	330
9	6	TG	12	130	9	4	U	14	40
10	4	T	14	110	10	5	S	19	320
11	5	T	16	110	11	5	U	16	140
12	6	U	16	20	12	4	S	18	350
13	6	BL	16	360	13	5	BL	12	160
14	5	TL	12	70	14	7	BL	18	330
15	5	U	15	20	15	6	S	16	330
16	5	S	14	20	16	6	BL	14	330
17	6	U	15	340	17	6	BL	14	340
18	5	T	12	110	18	6	BL	22	180
19	4	S	16	10	19	5	S	12	20
20	5	U	19	20	20	5	S	18	20
21	5	S	14	320	21	5	TL	14	160
22	4	S	15	120	22	4	BL	14	170
23	6	S	15	40	23	5	S	14	180
24	7	T	14	50	24	4	S	14	100
25	6	T	18	30	25	6	S	16	340
26	6	T	12	110	26	8	BL	21	150
27	7	BL	14	120	27	8	BL	14	330
28	6	S	19	20	28	7	BL	14	320
29	4	TG	8	140	29	6	S	16	190
30	7	T	18	340	30	5	S	11	340
31					31	5	BL	15	340

TGL.	JANUARI 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	PEBRUARI 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	6	U	12	340	1	4	S	11	340
2	7	BL	16	320	2	4	S	15	320
3	6	BL	14	320	3	8	BL	19	310
4	3	BL	11	10	4	6	BL	19	320
5	5	BL	19	330	5	7	BL	14	330
6	8	BL	24	320	6	4	BL	14	330
7	9	BL	21	320	7	6	BL	28	130
8	8	BL	16	300	8	5	BL	14	130
9	7	BL	16	190	9	6	BL	22	140
10	9	BL	22	320	10	5	S	14	340
11	7	BL	18	310	11	5	T	14	40
12	5	BL	16	340	12	4	S	12	340
13	6	BL	22	330	13	6	T	14	70
14	5	S	16	320	14	6	T	12	340
15	5	TG	18	100	15	4	S	14	340
16	4	S	12	20	16	5	U	16	350
17	4	TG	9	110	17	7	U	12	350
18	5	BL	14	190	18	5	BL	12	330
19	4	S	14	190	19	6	BL	14	340
20	6	BL	12	330	20	6	S	15	340
21	8	BL	21	330	21	6	U	9	340
22	8	BL	14	330	22	6	U	12	20
23	7	BL	21	320	23	5	U	12	340
24	13	BL	25	320	24	5	TG	14	350
25	12	BL	27	320	25	6	U	14	10
26	12	BL	27	320	26	5	S	16	10
27	8	BL	18	320	27	6	S	15	350
28	9	BL	16	320	28	5	U	14	340
29	10	BL	18	330	29	5	BL	15	320
30	4	BL	18	300					
31	5	BL	15	320					
TGL.	MARET 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	APRIL 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	6	BL	19	320	1	6	TG	16	360
2	5	S	11	340	2	7	T	16	110
3	4	S	11	180	3	8	TG	18	100
4	7	BL	18	340	4	6	TG	12	10
5	3	S	19	310	5	5	BL	12	330
6	6	S	15	330	6	5	T	14	80
7	6	BL	22	190	7	5	T	16	350
8	5	BL	15	310	8	7	T	15	120
9	9	BL	22	340	9	9	T	16	120
10	6	BL	16	320	10	9	T	18	120
11	5	BL	21	320	11	6	T	14	60
12	7	BL	21	320	12	7	T	18	110
13	9	BL	27	290	13	8	T	16	110
14	12	BL	25	310	14	7	T	15	110
15	13	BL	28	320	15	5	T	12	110
16	9	BL	24	320	16	6	T	15	100
17	7	BL	18	320	17	5	U	16	20
18	7	BL	12	330	18	6	T	14	10
19	7	BL	19	310	19	6	TL	15	360
20	6	T	12	190	20	6	U	14	350
21	5	U	12	60	21	5	U	14	350
22	4	S	18	90	22	6	BL	12	320
23	3	S	11	90	23	6	T	11	20
24	5	U	30	160	24	6	T	14	10
25	5	BL	14	190	25	7	TL	11	70
26	5	BL	15	150	26	6	BL	11	320
27	6	TL	14	80	27	6	U	16	340
28	6	U	12	350	28	6	T	14	70
29	7	U	12	30	29	7	TGR	18	50
30	6	U	16	360	30	7	T	18	130
31	5	TL	15	360					

TGL.	MEI 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	JUNI 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	6	T	12	100	1	6	T	15	120
2	8	T	14	120	2	7	T	15	90
3	7	U	12	50	3	6	T	15	70
4	5	S	30	20	4	6	T	12	110
5	7	T	18	100	5	8	T	14	110
6	7	T	18	90	6	7	T	15	110
7	6	T	14	360	7	10	T	22	100
8	6	U	11	340	8	11	T	21	120
9	6	TG	9	360	9	7	T	16	110
10	6	S	12	100	10	6	U	14	110
11	5	T	12	70	11	3	TG	8	340
12	5	BL	9	40	12	6	TG	12	100
13	6	TG	14	120	13	7	T	18	120
14	4	TG	15	140	14	6	T	14	90
15	6	T	15	350	15	6	T	15	90
16	7	T	15	110	16	8	T	14	120
17	7	T	16	120	17	12	T	24	90
18	8	T	19	110	18	11	T	22	120
19	10	T	18	110	19	7	T	15	90
20	5	T	16	90	20	7	T	15	120
21	7	T	16	130	21	7	T	15	110
22	8	T	18	130	22	7	T	15	80
23	7	T	14	120	23	6	T	15	100
24	7	T	16	130	24	9	T	15	120
25	9	T	18	120	25	8	T	15	120
26	8	T	18	110	26	6	T	14	110
27	9	T	18	100	27	6	T	14	70
28	5	S	12	350	28	6	T	12	80
29	7	T	14	130	29	7	T	14	120
30	6	T	12	90	30	6	T	15	110
31	6	TG	12	110					
TGL.	JULI 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	AGUSTUS 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	7	TG	15	120	1	8	T	19	100
2	8	T	16	110	2	8	T	18	120
3	10	TG	16	100	3	8	T	18	130
4	8	T	18	110	4	8	TG	16	110
5	8	T	18	110	5	8	T	15	120
6	5	TL	11	30	6	9	T	18	110
7	6	T	14	100	7	9	TG	18	120
8	7	T	14	120	8	9	T	19	120
9	6	T	12	120	9	10	T	19	110
10	6	T	12	90	10	9	TG	18	110
11	5	S	12	20	11	8	T	15	100
12	5	TG	12	130	12	8	T	14	90
13	7	TG	15	80	13	9	T	16	90
14	7	T	18	120	14	8	TG	16	130
15	6	T	15	110	15	8	T	18	100
16	5	T	12	90	16	10	T	21	130
17	6	T	16	100	17	9	T	16	110
18	6	T	14	130	18	7	T	14	360
19	4	TG	12	130	19	8	T	18	120
20	8	T	15	80	20	8	T	16	120
21	7	T	15	120	21	9	TG	19	120
22	7	T	15	120	22	9	TG	16	120
23	9	TG	19	120	23	7	TG	15	130
24	7	TG	15	130	24	8	TG	12	110
25	6	TG	14	100	25	8	T	15	120
26	6	T	14	110	26	8	TG	18	110
27	7	T	15	100	27	8	TG	19	110
28	8	T	18	110	28	9	TG	21	120
29	7	T	15	70	29	8	TG	18	120
30	7	T	15	110	30	7	T	18	100
31	7	T	15	100	31	7	T	14	100

TGL.	SEPTEMBER 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	OKTOBER 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	7	T	15	100	1	9	TG	16	130
2	8	T	16	110	2	8	T	16	110
3	10	T	24	110	3	8	T	18	130
4	10	T	18	110	4	9	T	15	110
5	8	T	16	120	5	9	T	15	120
6	8	T	16	120	6	8	T	18	110
7	8	T	15	110	7	7	TG	18	110
8	9	T	16	110	8	7	TG	15	110
9	8	TG	16	110	9	7	U	15	100
10	8	TG	14	110	10	7	T	18	110
11	7	T	19	120	11	6	U	16	350
12	8	S	16	100	12	9	T	15	120
13	6	T	14	90	13	9	T	21	110
14	6	T	15	100	14	10	T	18	120
15	7	T	18	110	15	11	T	25	120
16	10	T	21	110	16	10	TG	19	120
17	9	T	19	110	17	6	U	19	340
18	9	T	19	120	18	10	TG	22	120
19	9	TG	16	120	19	11	TG	25	120
20	9	TG	22	100	20	8	TG	18	10
21	7	T	16	140	21	7	T	16	110
22	9	T	18	120	22	8	T	19	110
23	8	T	15	110	23	8	TG	14	120
24	8	TG	16	120	24	7	TG	16	120
25	6	T	15	90	25	7	U	15	120
26	7	TG	15	90	26	10	TG	19	90
27	6	T	16	100	27	8	T	15	120
28	7	TG	14	120	28	8	T	18	10
29	8	T	15	120	29	5	TG	24	40
30	7	T	14	100	30	8	T	19	360
					31	7	U	16	120
TGL.	NOPEMBER 2012 Angin Tanjung Perak				TGL.	DESEMBER 2012 Angin Tanjung Perak			
	KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH		KECEP. RATA ²	ARAH TERBANYAK	KECEP. MAX.	ARAH
1	8	T	21	120	1	8	U	15	110
2	8	T	16	120	2	7	S	16	340
3	7	T	16	110	3	5	S	12	180
4	6	TL	14	50	4	5	U	15	360
5	6	T	12	10	5	5	S	11	340
6	8	U	19	350	6	4	T	15	70
7	7	BL	16	340	7	4	S	24	80
8	7	T	12	130	8	5	U	22	10
9	6	U	15	100	9	4	U	22	80
10	7	BL	14	110	10	7	U	18	340
11	7	T	15	70	11	6	U	15	350
12	7	T	18	80	12	5	U	16	330
13	7	TG	15	60	13	6	S	16	340
14	6	U	16	90	14	6	U	16	340
15	6	U	15	50	15	5	S	12	110
16	8	T	22	360	16	5	S	11	340
17	5	S	22	360	17	6	S	15	340
18	6	U	25	360	18	7	BL	19	340
19	5	S	15	170	19	4	BL	19	170
20	6	S	14	110	20	5	S	15	170
21	5	U	12	90	21	5	BL	19	180
22	4	S	24	10	22	6	BL	15	340
23	4	S	14	340	23	5	U	16	340
24	3	T	21	350	24	5	S	14	40
25	5	U	21	30	25	5	S	14	340
26	6	U	16	10	26	7	BL	16	340
27	5	U	21	360	27	4	S	12	330
28	4	S	12	340	28	6	U	19	340
29	6	S	16	10	29	4	U	9	340
30	5	TL	25	360	30	5	S	14	320
31					31	5	BL	15	140

Keterangan:

Arah angin dalam derajat , 0°= Utara , kecepatan angin dalam knots.

U	=	Utara	=	North
TG	=	Tenggara	=	Southeast
T	=	Timur	=	East
TL	=	Timur Laut	=	Northeast
S	=	Selatan	=	South
BD	=	Barat Daya	=	Southwest
B	=	Barat	=	West
BL	=	Barat Laut	=	Northwest

LAMPIRAN II

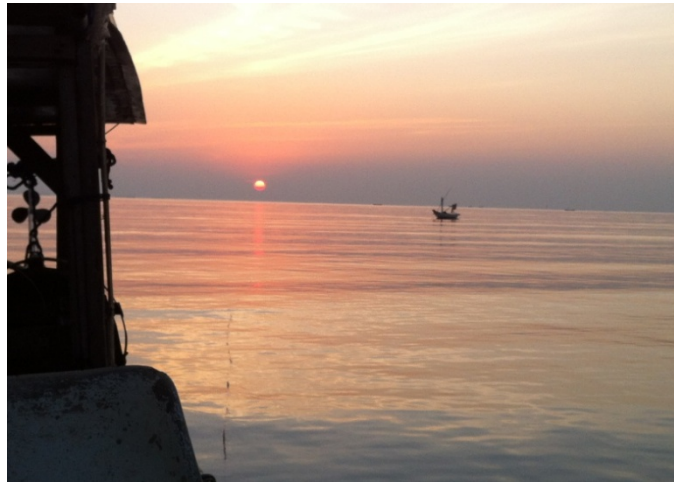
GAMBAR



Gambar 16. Lokasi Penelitian



Gambar 17. Kondisi Pantai Kenjeran Surabaya saat Air Laut Surut



Gambar 18. Penelitian Dilakukan Mulai dari Pukul 04.45 WIB di Pantai Kenjeran Surabaya



Gambar 19. Menuju Hutan Mangrove Menggunakan Perahu Nelayan



Gambar 20. Pemasangan Pagar Bambu dengan Pengambilan Tebal Hutan Mangrove 2 m



Gambar 21. Pengukuran Batang dan Akar Pohon Mangrove Menggunakan Jangka Sorong



Gambar 22. Sampling dari Akar Pohon Mangrove *Rhizophora sp*



Gambar 23. Kondisi saat Melakukan *Study Lapangan*



Gambar 24. Kondisi Lokasi Hutan Mangrove1 di Pantai Kenjeran Surabaya



Gambar 25. Kondisi Lokasi Hutan Mangrove2 di Pantai Kenjeran Surabaya

BIODATA



Putri Febri Hardianti, lahir di Sidoarjo, 1 Februari 1991. Pendidikan formal dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Akhir ditempuh di Surabaya. Setelah lulus dari SMA Muhammadiyah 2 Surabaya pada tahun 2009, Penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur PMDK –

PRESTASI. Selama menempuh masa kuliah penulis aktif dalam kegiatan mahasiswa sebagai panitia maupun peserta. Penulis mempunyai minat di bidang teknik pantai dan ilmu kelautan sehingga tugas akhir yang diambil berhubungan dengan struktur pantai.